

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA**

**RECINTO UNIVERSITARIO “RUBEN DARIO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA**



**Tesis Monográfica para optar al título de Ingeniero Civil**

**Tema del estudio:**

**Propuesta de diseño del sistema de recolección y transporte de aguas residuales en los barrios: Metapa, Luz Marina, Finlandia y Villa Hermosa en el casco urbano de Ciudad Darío-Matagalpa.**

**Elaborado por:**

Br. Oswaldo Ramón Balmaceda.

Br. Derling Uriel Torres Martínez.

**Tutor:**

Dr. Ing. Víctor Rogelio Tirado Picado.

**Asesor:**

Ing. Carmelo de Jesús Ruíz Vallejos.

Marzo del 2012

## **INDICE**

<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>4</b>
<b>3. JUSTIFICACION.....</b>	<b>6</b>
<b>4. ANTECEDENTES.....</b>	<b>7</b>
<b>5. OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
<b>A. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>8</b>
<b>B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>8</b>
<b>6. MARCO TEORICO.....</b>	<b>9</b>
<b>6.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>6.2 DEFINICIÓN DE AGUA RESIDUAL .....</b>	<b>9</b>
<b>6.3 CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES.....</b>	<b>10</b>
<b>6.4 ESTUDIOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE     ALCANTARILLADO SANITARIO .....</b>	<b>11</b>
<b>6.5 POBLACIÓN DE DISEÑO .....</b>	<b>12</b>
<b>6.6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....</b>	<b>12</b>
<b>6.7 TRAZADO DE LA RED Y SENTIDO DEL FLUJO .....</b>	<b>12</b>
<b>6.7.1 RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....</b>	<b>13</b>
<b>6.7.2 MATERIAL DE LA TUBERÍA .....</b>	<b>13</b>
<b>6.7.4 DIÁMETRO MÍNIMO PARA LAS CONEXIONES DOMICILIARES.....</b>	<b>13</b>
<b>6.7.5 DIÁMETRO MÍNIMO PARA LA RED DE RECOLECCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>6.7.6 COBERTURA MÍNIMA DE LA TUBERÍA .....</b>	<b>14</b>
<b>6.7.7 UBICACIÓN DE LAS ALCANTARILLAS .....</b>	<b>14</b>
<b>6.7.8 CAMBIO DE DIÁMETRO .....</b>	<b>14</b>
<b>6.7.9 ÁNGULOS ENTRE TUBERÍAS.....</b>	<b>15</b>
<b>6.7.10 TIRANTE MÁXIMO DE AGUA .....</b>	<b>15</b>
<b>6.7.11 TIRANTE MÍNIMO DE AGUA.....</b>	<b>15</b>
<b>6.7.12 POZOS DE VISITA .....</b>	<b>15</b>
<b>6.7.13 DOTACIÓN DE AGUA POTABLE .....</b>	<b>16</b>
<b>6.7.14 GASTOS DE INFILTRACIÓN (QINF) .....</b>	<b>16</b>
<b>6.7.15 CAUDAL MEDIO.....</b>	<b>17</b>
<b>6.7.16 CAUDAL MÁXIMO.....</b>	<b>17</b>
<b>6.7.17 CAUDAL MÍNIMO .....</b>	<b>17</b>
<b>6.7.18 CAUDAL DE DISEÑO .....</b>	<b>17</b>

6.7.19	CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	18
6.7.20	FÓRMULA Y COEFICIENTE DE RUGOSIDAD .....	18
6.7.21	VELOCIDAD Y PENDIENTE LONGITUDINAL MÍNIMA .....	19
6.7.22	PENDIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS .....	19
6.8	PRESUPUESTO .....	20
6.9	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) .....	20
6.9.1	DEFINICIÓN DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....	20
6.9.2	MÉTODO A UTILIZAR .....	21
6.10	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO .....	22
	RELACIÓN BENEFICIO/COSTO .....	22
7.	DISEÑO METODOLOGICO .....	24
7.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	24
7.2	TIEMPO DE EJECUCIÓN.....	24
7.3	UNIVERSO .....	24
7.4	MUESTRA.....	24
7.5	CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....	24
7.6	CRITERIO DE EXCLUSIÓN.....	25
7.7	MUESTREO.....	25
7.8	MÉTODO.....	26
7.9	METODOLOGÍA.....	26
	CAPITULO I.....	27
	CONDICIONES DE VIDA DE LOS HABITANTES Y EL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	27
	UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	27
	EXTENSIÓN TERRITORIAL .....	27
	POBLACIÓN.....	27
	SALUD Y EDUCACIÓN.....	27
	SITUACIÓN HIGIÉNICA SANITARIA .....	29
	SITUACIÓN HABITACIONAL.....	29
	ACTIVIDADES ECONÓMICAS .....	29
	CLIMATOLOGÍA .....	30
	GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....	31
	RED DE ALCANTARILLADO EXISTENTE.....	33
	BREVE DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA NO.1 .....	35

<b>CAPITULO II .....</b>	<b>38</b>
<b>DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA .....</b>	<b>38</b>
<b>AFORO REALIZADO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO .....</b>	<b>38</b>
<b>CÁLCULO DEL CAUDAL .....</b>	<b>39</b>
<b>CAUDAL DE INFILTRACIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>CAUDAL MEDIO .....</b>	<b>40</b>
<b>CAUDAL MÍNIMO DE AGUAS RESIDUAL.....</b>	<b>41</b>
<b>CAUDAL MÁXIMO DE AGUAS RESIDUALES .....</b>	<b>41</b>
<b>CAUDAL DE DISEÑO.....</b>	<b>41</b>
<b>CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO.....</b>	<b>43</b>
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>44</b>
<b>COSTO DEL PROYECTO.....</b>	<b>44</b>
<b>CONSIDERACIONES GENERALES .....</b>	<b>44</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO: .....</b>	<b>47</b>
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>50</b>
<b>EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>50</b>
<b>IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PAISAJE.....</b>	<b>50</b>
<b>LIMITES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....</b>	<b>51</b>
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>59</b>
<b>EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO .....</b>	<b>59</b>
<b>SUPUESTOS DE EVALUACIÓN .....</b>	<b>59</b>
<b>TASA DE DESCUENTO .....</b>	<b>59</b>
<b>TASA DE CAMBIO .....</b>	<b>59</b>
<b>TASA DE INCREMENTO EN COSTOS.....</b>	<b>59</b>
<b>TARIFA DE AGUA .....</b>	<b>59</b>
<b>TARIFA DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....</b>	<b>60</b>
<b>AHORRO POR MEJORA EN SALUD .....</b>	<b>60</b>
<b>INCREMENTO DE VALOR DE LA PROPIEDAD .....</b>	<b>60</b>
<b>ANÁLISIS DE LA PARTICIPACIÓN .....</b>	<b>61</b>
<b>CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO/COSTO .....</b>	<b>63</b>
<b>8. RESULTADOS .....</b>	<b>65</b>
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>66</b>
<b>10. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>11. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>68</b>



<b>12. GLOSARIO.....</b>	<b>70</b>
<b>13. ANEXOS.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO 1. MEMORIA DE CÁLCULO PARA LA REALIZACIÓN DEL AFORO.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO 2. MEMORIA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO .....</b>	<b>102</b>
<b>ALCANCE GENERAL DE LAS OBRAS Y REQUISITOS GENERALES .....</b>	<b>102</b>
<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC SDR-41 .....</b>	<b>103</b>
TRAZO Y NIVELACIÓN.....	103
EXCAVACIÓN .....	104
INSTALACIÓN DE TUBERÍA .....	106
PRUEBAS DE TUBERÍA .....	111
PRUEBA DE ALINEAMIENTO .....	111
PROTECCIÓN DE TUBERÍA .....	113
RELLENO Y COMPACTACIÓN .....	115
<b>CONSTRUCCIÓN DE DISPOSITIVOS DE INSPECCIÓN Y LIMPIEZA .....</b>	<b>119</b>
POZOS DE VISITA.....	119
<b>ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERAS, RAMPAS, ANDENES Y CUNETAS.....</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO 4. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE SALE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO .....</b>	<b>125</b>
COMPOSICIÓN .....	125
DECRETO 33-95 .....	127
ANÁLISIS DEL ESTUDIO REALIZADO EN EL 2002 .....	129
<b>ANEXO 5. ENCUESTA APLICADA. ....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO 6. FOTOGRAFÍAS. ....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXO 7. JUEGO DE PLANOS .....</b>	<b>135</b>

## **INDICE DE TABLAS**

<b>TABLA 1. VALORES DE PENDIENTE LONGITUDINAL MÁXIMA EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA. ....</b>	<b>19</b>
<b>TABLA 2. ANCHO LIBRE DE EXCAVACIÓN PARA TUBERÍAS. ....</b>	<b>44</b>
<b>TABLA 3. FACTORES DE ABUNDAMIENTO POR TIPO DE MATERIAL. ....</b>	<b>45</b>
<b>TABLA 4. COSTO DEL ALQUILER DE QUIPOS. ....</b>	<b>46</b>
<b>TABLA 5. MATERIALES A OCUPAR EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO. ....</b>	<b>47</b>
<b>TABLA 6. PRESUPUESTO DEL PROYECTO. ....</b>	<b>49</b>
<b>TABLA 7. FACTORES IMPACTADOS EN CADA ACTIVIDAD DEL PROYECTO. ....</b>	<b>54</b>
<b>TABLA 8. MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS ANTES DEL PROYECTO. ....</b>	<b>55</b>
<b>TABLA 9. MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS DURANTE EL PROYECTO. ....</b>	<b>56</b>
<b>TABLA 10. MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS DESPUÉS DEL PROYECTO. ....</b>	<b>57</b>
<b>TABLA 11. RESULTADOS DEL DISEÑO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....</b>	<b>65</b>
<b>TABLA 12. AFORO REALIZADO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO NO1. ....</b>	<b>74</b>
<b>TABLA 13. AFORO REALIZADO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO NO.1. ....</b>	<b>75</b>
<b>TABLA 14. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED. ....</b>	<b>98</b>
<b>TABLA 15. RELACIONES HIDRÁULICAS PARA CONDUCTOS CERRADOS. ....</b>	<b>99</b>
<b>TABLA 16. PROFUNDIDADES HIDRÁULICAS EN FUNCIÓN DE LA RELACIÓN DE CAUDALES PARA N/NO VARIABLES. ....</b>	<b>100</b>
<b>TABLA 17. DOTACIONES DE AGUAS RESIDUALES PARA LAS CIUDADES DEL PAÍS EXCEPTO PARA MANAGUA ....</b>	<b>101</b>
<b>TABLA 18. VALORES DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING PARA DIFERENTES MATERIALES. ....</b>	<b>101</b>
<b>TABLA 19. VALORES DE SEPARACIÓN MÁXIMA DE PVS EN DEPENDENCIA DEL MÉTODO Y EL EQUIPO EMPLEADO. ....</b>	<b>119</b>

<b>TABLA 20. VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS COMPONENTES FÍSICOS QUÍMICOS DEL AGUA. ....</b>	<b>128</b>
---	------------

<b>TABLA 21. CALIDAD DEL AGUA QUE ENTRA ALA PLANTA NO.1. ....</b>	<b>129</b>
---	------------

<b>TABLA 22. CALIDAD DEL AGUA QUE SALE DE LA PLANTA NO.1. ....</b>	<b>129</b>
--	------------

## **AGRADECIMIENTOS**

### **Damos gracias:**

A Dios nuestro creador por darnos su amor, salud, protección y fortaleza cada día y por permitirnos culminar con éxitos esta nueva etapa de nuestras vidas.

A nuestros padres por habernos dado su amor, comprensión y apoyo incondicional en el transcurso de nuestras vidas.

A nuestro tutor y asesor (es): Dr. Ing. Víctor Rogelio Tirado Picado, Ing. Carmelo de Jesús Ruíz Vallejo por su disponibilidad para ayudarnos en cualquier dificultad presentada.

A nuestros maestros Ing. Bayardo Altamirano, Ing. Adolfo Cordero, Dr. Víctor Tirado, Ing. Wilber Pérez, Ing. Ebert López, Ing. Fredy Sánchez, Ing. Edwin Obando, Ing. Maycol Rugama quienes con mucha dedicación nos transmitieron todos sus conocimientos.

Al Centro de aprendizaje Sol por su apoyo a lo largo de estos diez años los cuales me han ayudado para lograr esta meta.

Agradecemos muy especial a todas aquellas personas que han estado con nosotros a lo largo de estos años y que nos han brindado todo su apoyo, entre ellos: Sra. Nubia del Carmen Torres Juárez, Sra. Nubia Hurtado, Sra. Fabiola Torres, Br. Albert Josué Rivera, Claudia Jarquín, Cinthya Orozco, María del Rosario Pérez, Handell Galeno y resto de compañeros que estuvieron con nosotros en estos cinco años.

**Oswaldo Ramón Balmaceda**

**Derling Uriel Torres Martínez**

## DEDICATORIA

Este trabajo monográfico lo dedico a:

En primer lugar a Dios, por darme amor, por haberme dado la vida, por haberme regalado una familia un hogar, por haberme dado la oportunidad de estudiar una profesión y poder llegar a ser un profesional y sobre todo por que nunca se ha apartado de mi lado.

Mi Madre: Maritza del Socorro Balmaceda, quien me ha dado su apoyo incondicional cada día y por haber luchado mucho para que yo pudiera ser un profesional.

Mis hermanos: Maritza Mileidi Balmaceda y Jean Carlos Balmaceda quienes han estado a mi lado en todo momento y con quienes he compartido buenos y malos momentos en esta vida.

Mis Tíos (as): Nubia Argentina Hurtado, Carlos José Vega y Aura Lila Balmaceda quienes me han apoyado en todo lo que he hecho y quienes siempre me han aconsejado para que sea una persona de bien en esta vida.

Al Centro de Aprendizaje Sol: Organización que me otorgo una beca durante toda la secundaria y la universidad, beca, que me fue de gran ayuda para poder terminar mis estudios. También le quiero dedicar esta monografía a todo el personal que labora para esta organización ya que durante esos diez años fueron como una familia para mi.

Mis maestros: Ing. Adolfo Cordero, Dr. Víctor Tirado, Ing. Bayardo Altamirano, Dr. Edwin Obando, Ing. Ernesto Cuadra, Ing. Fredy Sánchez y a todos aquellos que de una u otra manera han contribuido a mi formación profesional.

Por último se la quiero dedicar a todos aquellos amigo(a)s de secundaria y la universidad quienes compartieron conmigo muchos momentos felices y también difíciles y que a pesar de todo siempre estuvieron a mi lado.

**Oswaldo Ramón Balmaceda**

## **DEDICATORIA.**

Este trabajo monográfico lo dedico a:

Mis padres: Esperanza del Socorro Martínez González e Uriel del Socorro Torres Juárez, quienes me han dado todo su amor, cariño, paciencia en todos estos años de sacrificio.

Mis abuelos: Juana Ignacia Juárez Vega, María Isabel Hurtado, Brígido Martínez Mairena, quienes me han aconsejado siempre y me han dado su apoyo incondicional.

Mi hermana: Yuriel Valesca Torres Martínez por estar ahí a mi lado dándome ánimo para seguir adelante.

Mis Tíos (as): Nubia del Carmen Torres Juárez, María Victoria Torres Juárez, Benita Juárez Vega, Amalia Trujillo López, por brindarme siempre su apoyo, sus consejos y por compartir su tiempo conmigo, son muy especiales para mí. También le dedico de manera muy especial este trabajo a mis tíos Gil Guadalupe Torres Juárez, José de la Cruz Torres Juárez, Horacio Torres Juárez, quienes siempre me han querido mucho y han sido motivo de mi esfuerzo para alcanzar mis metas.

Mis primas: Karla Vanessa Espinoza Torres, Camila Angélica Espinoza Torres, Ana Esmeralda Sotelo, María de los Ángeles Sotelo, por su aprecio, cariño, respeto y sobre todo su confianza.

Mis maestros: Ing. Bayardo Altamirano, Dr. Víctor Tirado, Dr. Edwin Obando, Ing. Ernesto Cuadra y a todos los profesores que de una u otra manera han colaborado en mi formación.

Por último y de manera muy especial a todos mis amigos que me han brindado su confianza, su apoyo, y que me han motivado a conseguir lo propuesto.

**Derling Uriel Torres Martínez**

## RESUMEN

En la temática abordada en el presente estudio “Propuesta de diseño de recolección y transporte de aguas residuales” para los barrios especificados con anterioridad del casco urbano de Ciudad Darío, se analizó la factibilidad técnica, económica y ambiental. Este proyecto permitiría mejorar las condiciones actuales de vida de los habitantes de estos 4 barrios.

Según los datos obtenidos en este trabajo, se determinó que los recursos necesarios para la puesta en marcha de tal proyecto son de gran envergadura, por lo que si en un dado caso se evaluara la posibilidad de ejecutarlo, la institución que lo haga debe estar consciente que el capital a invertir será para el beneficiar a la población y por ende la imagen de la ciudad, y así se tome una decisión adecuada.

El presente estudio consistió en el diseño del sistema de transporte y recolección de aguas residuales de los barrios en estudio, así como la determinación de los costos que devengaría tal proyecto. También se desarrolló una pequeña Evaluación de Impacto Ambiental para determinar el posible daño que causaría al medio y a la población, la puesta en marcha de esta propuesta. Por último, se realizó una pequeña evaluación económica enfocada en el criterio de la relación Beneficio/Costo con el objeto de determinar la factibilidad de la propuesta, que según este método es factible.

Luego de todo esto, se presente una serie de recomendaciones para un buen funcionamiento de la red propuesta, así como para la mejora del sistema de tratamiento con que cuenta la ciudad.

## 1. INTRODUCCION

Ciudad Darío está situada a 40 Km de la ciudad de Matagalpa y a unos 88 Km de la ciudad de Managua. Se encuentra localizada en los 12°43' latitud norte y 86°07' latitud oeste a una altura promedio de 433 metros sobre el nivel medio del mar con una extensión de aproximadamente 343 Ha (solo área urbana), presentando los siguientes límites:

Norte: Municipio de San Isidro y Sébaco.

Sur: Municipio de Teustepe, Tipitapa y San Francisco Libre.

Este: Municipio de Terrabona y San José de los Remates.

Oeste: Municipio de El Jicaral.

Toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos. La fracción líquida de los mismos (aguas residuales) es esencialmente el agua dispuesta por la comunidad una vez que ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada. Desde el punto de vista de las fuentes de generación, podemos definir el agua residual como la combinación de los residuos líquidos, o aguas portadoras de residuos, procedente tanto de residencias como de instituciones públicas, establecimientos industriales, comerciales, a los que pueden agregarse eventualmente aguas subterráneas, superficiales y pluviales.

En cada una de las viviendas de estos barrios hay letrinas y una que otra equipada con su respectivo sumidero. En periodo de invierno se presenta el mayor problema debido que por las lluvias las letrinas se llenan de agua y esto provoca la proliferación de enfermedades como el dengue, el cólera, entre otras.



La ciudad actualmente cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, pero este apenas cubre el 30% de la población, y los barrios en estudio no cuentan con servicio aun tomando en cuenta que el sistema pasa muy cerca de estos.

El presente tema: **Propuesta de diseño del sistema de recolección y transporte de aguas residuales en los barrios: Metapa, Luz Marina, Finlandia y Villa Hermosa en el casco urbano de Ciudad Darío-Matagalpa** tiene como objetivo diseñar la red de alcantarillado sanitario en estos barrios así como el costo requerido para llevar a cabo la formulación de este proyecto.

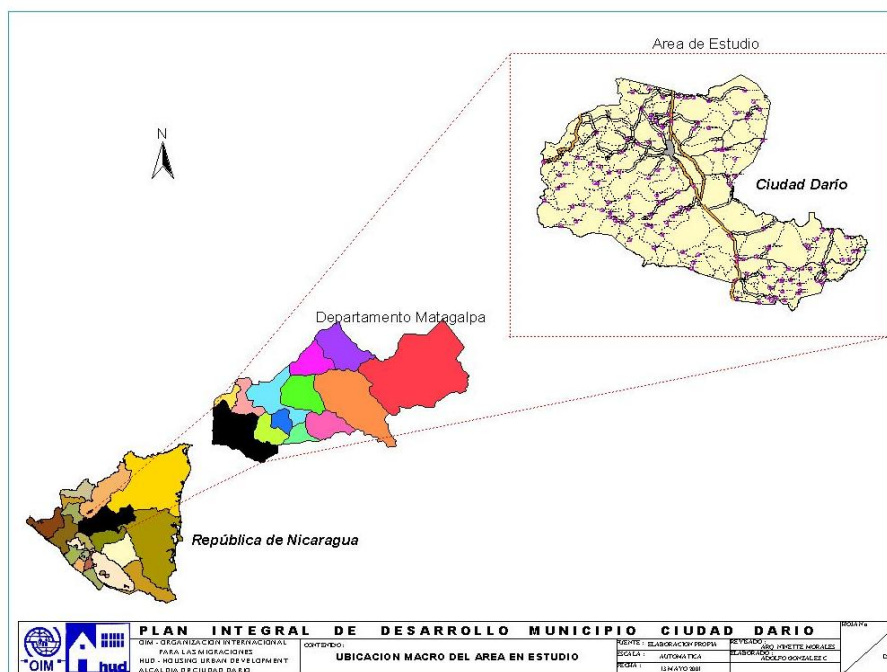
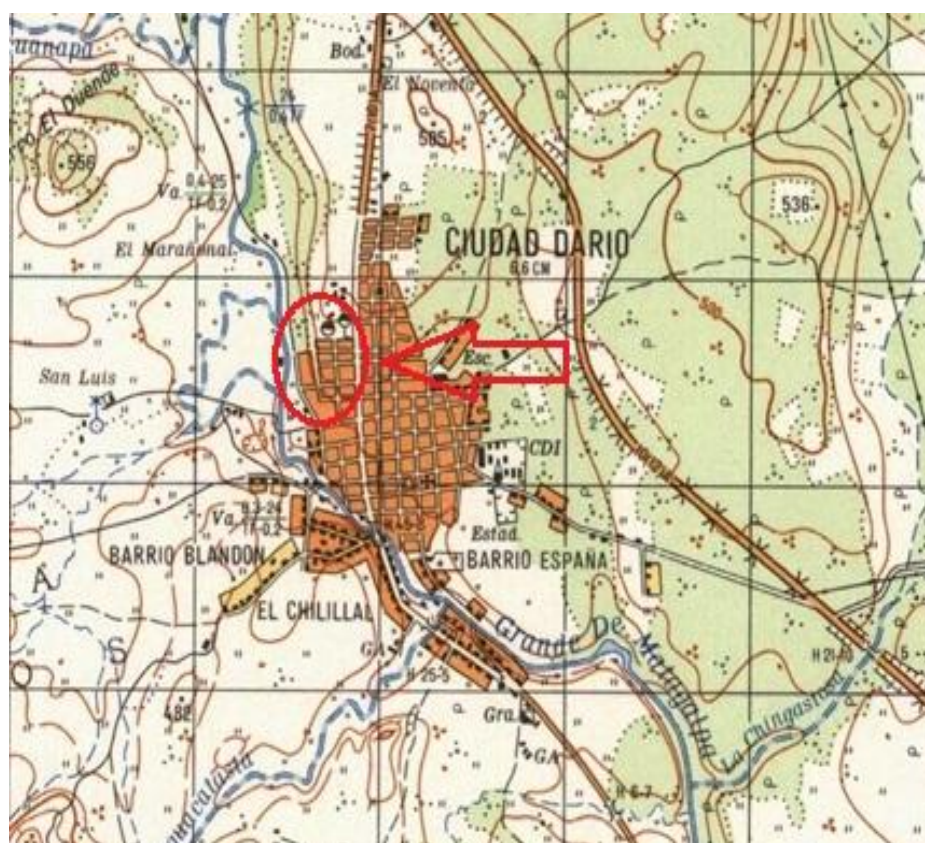


Figura 1. Mapa de Macrolocalización del proyecto.

Fuente: Alcaldía Municipal de Ciudad Darío, Abril 2011



**Figura 2. Mapa Microlocalización del proyecto.**

**Fuente: Instituto Nicaragüense de estudios territoriales (INETER), Abril 2011.**

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los servicios de infraestructura técnica de estos barrios presentan deficiencias debido, principalmente, a la poca fortaleza institucional para promover nuevas inversiones en tales sectores. El estado de situación de la infraestructura técnica relacionada al saneamiento de estos barrios se puede resumir de la siguiente manera:

**Abastecimiento de Agua:** todas las viviendas de estos barrios están equipada con un abastecimiento de agua. El acueducto de Ciudad Darío pertenece al territorio de la Región VI del INAA, cuya sede regional es la ciudad de Matagalpa. Actualmente el sistema es administrado por la empresa aguadora de Matagalpa. El actual sistema fue construido en los años 60 y rehabilitado en el año 2000. Este sistema además de abastecer a Ciudad Darío abastece a las comunidades de Sabana Verde, Dos Montes, Veracruz, El ojoche, Las Tunas, El Jobo, El Zarzal y San Antonio. La única fuente actual de abastecimiento de agua para el acueducto de Ciudad Darío es el acuífero aluvial del valle de Sébaco. El agua subterránea se extrae por medio de tres pozos, localizados en la zona de Sabana Verde, a unos 8 Km. al Norte de Ciudad Darío y a unos 1900 metros al Oeste de la Carretera Panamericana.

**Saneamiento:** Estos barrios no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario; la disposición de las aguas grises se realiza, a nivel domiciliar, en sumideros, en los patios ó hacia la calle, observándose un fuerte impacto en los cauces naturales, en calles de tierra por donde discurren las aguas grises. Según encuesta realizada a la población en Diciembre 2010, el 20% de la población cuenta con servicios sanitarios y sumideros, y el 80% hace uso de letrinas.

Por la falta de medios y medidas de saneamiento, los pobladores de estos barrios enfrentan serios problemas de salud por causa de las enfermedades de origen hídrico-entérico. También el ambiente interno de la localidad sufre los efectos desagradables ocasionados por el derrame superficial de aguas grises, que contaminan a sus calles y el ambiente en general.

**Manejo de Desechos Sólidos:** Estos barrios tienen servicio público de recolección de basura. El servicio es limitado con una cobertura equivalente al 82%, esto significa que el resto de los habitantes queman los desechos ya sea al frente de su vivienda ó al fondo de su patio. La frecuencia de recolección es de una vez por semana; la recolección se realiza mediante un camión volquete propiedad de la alcaldía con capacidad de 8m<sup>3</sup>.

Existe un vertedero municipal frente al barrio Puertas del Cielo (Ver plano de urbanización en anexos), en el sector suroeste de la ciudad. El área del sitio en que se ubica el botadero es de aproximadamente 5,000m<sup>2</sup>, y su ubicación fue determinada sin ningún estudio, debido a que se ubicó cerca de la ciudad y sin prever la posible ampliación de la ciudad. Actualmente el barrio Puertas del Cielo está siendo seriamente afectado por plagas como moscas y zancudos producto del vertedero.

### **3. JUSTIFICACION**

Con todo esto, el problema se ve empeorado por la inexistencia de los servicios adecuados de saneamiento que mantienen a la población de estos barrios sometidos a un ambiente insalubre, el cual tiene su reflejo directo en las altas tasas de incidencia y prevalencia de enfermedades respiratorias, diarreicas agudas. Además la belleza escénica de los barrios es bastante afectada debido a la cantidad de aguas grises que escurre por las calles procedentes de las viviendas. Todo esto incide de manera negativa en la economía local y familiar.

De todo lo anteriormente expresado, se concluye: que la ejecución del sistema de alcantarillado sanitario para estos barrios, traerá consigo la mitigación de los problemas ambientales actuales, la salud mejorará, habrá un mayor desarrollo local.

#### **4. ANTECEDENTES**

Los barrios Metapa, Luz Marina, Finlandia y Villa Hermosa son barrios que recientemente se han formado, pero que rápidamente han alcanzado un gran desarrollo. En ellos se puede encontrar dos escuelas (una de educación primaria y secundaria, y la otra de educación secundaria), el juzgado municipal y el centro de salud.

La mayoría de las viviendas son bastante sencillas, pero como cualquiera otra requiere los servicios básicos entre ellos el servicio básico del alcantarillado sanitario, ya que la población en general busca de cualquier manera deshacerse de las aguas residuales que se generan del consumo humano. La opción más viable es el regarla en el patio de sus hogares o en la calle, y esto está provocando condiciones de insalubridad en ellas.

Es por ello que la evacuación inmediata y sin molestias del agua residual desde sus fuentes de generación, seguida de su tratamiento y eliminación, es no sólo deseable sino también necesaria en toda sociedad humana.

Mediante el diseño de manera óptima de la red de alcantarillado sanitario en los barrios Metapa, Luz Marina, Finlandia y Villa Hermosa se beneficiará a más de 1364 personas y así se podrá mejorar las condiciones higiénico-sanitaria de los pobladores, y se le dará una mejor estética a los barrios. Además esto contribuirá al desarrollo de estos barrios.

## **5. OBJETIVOS**

### **a. Objetivo General**

- Diseñar el sistema de recolección y transporte de aguas residuales en los barrios: Metapa, Luz Marina, Finlandia y Villa Hermosa en el casco urbano de Ciudad Darío-Matagalpa.

### **b. Objetivos Específicos**

- Recopilar información sobre las condiciones de vida de los habitantes y el estado actual del sistema de alcantarillado.
- Estudiar las condiciones topográficas y tipo de suelo del sitio.
- Diseñar hidráulicamente el sistema.
- Estimar los costos de la ampliación de la red.
- Realizar la evaluación de impacto ambiental.
- Valorar la factibilidad del proyecto.

## **6. MARCO TEORICO**

### **6.1 Recopilación de información**

Un aspecto muy importante en el proceso de una investigación es el que tiene relación con la obtención de la información, pues de ello dependen tanto de la confiabilidad como de la validez del estudio. Obtener información confiable y válida requiere cuidado y dedicación.

Esta etapa de recolección de información en investigación se conoce también como trabajo de campo.

Estos datos o información que va a recolectarse son el medio a través del cual se responden las preguntas de investigación y se logran los objetivos del estudio originados del problema de investigación.

Los datos, entonces, deben ser confiables, es decir, deben ser pertinentes como suficientes, para lo cual es necesario definir las fuentes y técnicas adecuadas para su recolección.

Existen diversas fuentes de recolección de información para la realización de un estudio, para el presente trabajo se utilizará: encuestas, entrevistas, internet, revisión de documentación, etc.

### **6.2 Definición de agua residual**

Según Ortega, Corea, E. (1953)<sup>1</sup>. Se conoce con el nombre de aguas residuales, al conjunto de aguas que produce la vida urbana y que se compone de las deyecciones del cuerpo humano, excremento y orina; las producidas por los usos domésticos, lavados, cocinas etc.; las producidas por las industrias y el agua que llega al alcantarillado.

---

<sup>1</sup> Ortega, Corea, E. (1953). *Proyecto de Planta de Tratamiento de Aguas Negras para una Población de 10000 habitantes*. México. p. 14.



Para Rolin, S. (2000)<sup>2</sup>. Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificada por diversos usos en actividades domesticas, industriales y comunitarias, siendo recogidas por la red de alcantarillado que las conducirá hacia un destino apropiado.

### **6.3 Clasificación de las aguas residuales**

Como ya se ha mencionado, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos transportados por el agua que proviene de las actividades humanas. Según el tipo de actividad, estas se pueden clasificar en: urbanas, industriales, de infiltración y de origen pluvial.

Las aguas residuales urbanas consideran básicamente residuos humanos que llegan a las redes del alcantarillado por medio de las descargas hidráulicas de las edificaciones. Estas aguas presentan una cierta homogeneidad en cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes serán en que se generen, parámetros tales como el número de habitantes, existencia de industrias dentro del núcleo de industrias, etc.

En cuanto a las aguas residuales industriales, estas se definen como los residuos líquidos generados en los procesos industriales. Las aguas residuales de infiltración se producen cuando se sitúan conductos de alcantarillado por debajo del nivel freático, o cuando la lluvia se filtra a nivel de la tubería, estas aguas no son deseables ya que generan una mayor carga al tendido general y de planta. Las aguas residuales de origen pluvial, son aguas de lluvia que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo, parte de esta es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo.

---

<sup>2</sup>Rolim, Mendoça, S. (2000). *Sistemas de Lagunas de Estabilización*. Brasil. p. 1.

## 6.4 Estudios básicos para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario

Para la realización del diseño de la red de alcantarillado sanitario en los barrios Metapa, Finlandia, Luz Marina y Villa Hermosa es necesario constar con el apoyo de la Alcaldía Municipal de Ciudad Darío y de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) filial Darío, dicho apoyo podría ser asesoramiento técnico para la realización de algunos estudios de campo que son básicos.

Como también es necesario recurrir a instituciones como el Instituto nacional de información de desarrollo (INIDE), Ministerio de salud (MINSa), y el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) para recopilar características básicas de las zonas como ubicación, climatología, características locales, etc.

Para llevar a cabo el diseño se tendrá que hacer varios estudios de campo que se mencionan a continuación:

- 6.4.1 **Suelo-subsuelo:** características y calidad del terreno, por medio de sondeos como excavaciones practicadas en calles y sitios donde se ubicarán estructuras de importancia.
- 6.4.2 **Levantamiento Topográfico:** Levantamiento Altiplanimétrico de los barrios en estudio incluyendo las zonas de expansión futura.
- 6.4.3 **Levantamiento de la red actual:** Este estudio se realizará con el objetivo de conocer el estado de la red actual, los diámetros de las tuberías, la cantidad de pozos de visita y la cobertura que esta red tiene.
- 6.4.4 **Descarga:** La descarga de agua servida se calculará de acuerdo a las normas de Alcantarillado Sanitario. Adicionalmente, se indicará la orientación del flujo y el lugar donde se construirá la planta de tratamiento.
- 6.4.5 **Estudios hidrológicos:** Los estudios hidrológicos se realizarán para conocer las micro cuencas existentes en el lugar, la cual nos servirá para la orientación del flujo.

## **6.5 Población de diseño**

Para el dimensionamiento de las obras se necesita conocer la población a servir, por tanto, se deberá efectuar el análisis de la población haciendo una encuesta (el cual no es el único método, pero es el más adecuado en este caso).

## **6.6 Descripción del sistema**

El sistema de recolección deberá estar diseñado para captar y conducir únicamente los gastos de aguas residuales más el caudal de infiltración producido por las aguas pluviales que penetran al sistema de alcantarillado, tanto por las tapas de los PVS como por infiltración en las juntas de tuberías. Bajo ningún concepto se permitirá la evacuación de las aguas pluviales de los patios y drenajes, a través del sistema de alcantarillado sanitario.

El período de diseño para el sistema de recolección será de 20 años (2012 – 2032), el cual se fundamenta principalmente en la durabilidad del material de las tuberías y accesorios que componen el sistema, y en la población de diseño, que se ha considerado como la población de saturación del área a servir.

El 100% de las tuberías a emplear en la construcción del sistema de alcantarillado serán de PVC-SDR-41.

El sistema propuesto se diseñará utilizando una combinación de criterios de diseño tradicional y simplificado, en función de lograr un diseño económico, funcional y factible de ser construido y operado.

## **6.7 Trazado de la Red y Sentido del Flujo**

La red se trazará siguiendo el sentido del drenaje natural del terreno, el cual de forma general corre en dirección Este -Oeste en dirección al Río Grande de Matagalpa que bordea la ciudad; esto con una dirección de flujo que será definida por la pendiente natural del terreno, a excepción de aquellos tramos que operan en contra pendiente.

Para el diseño se considerará dos áreas de drenaje, una que drena de Este-Oeste y una vez que se ha colectado toda, esta se dirigirá de Norte a Sur.

La selección de los diámetros de las tuberías que conforman la red de alcantarillado, obedecerá a la magnitud de los caudales a evacuar.

Para diseñar la red se debe tomar como referencia la guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales elaboradas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA<sup>3</sup>).

#### **6.7.1 Red de Alcantarillado Sanitario**

El tipo de sistema de alcantarillado sanitario será separado, es decir solamente para conducir aguas residuales de origen doméstico.

#### **6.7.2 Material de la tubería**

El tipo de material para el sistema de alcantarillado sanitario será de PVC – SDR-41.

#### **6.7.3 Velocidad máxima**

La velocidad máxima permisible será de 5.0 m/s.

#### **6.7.4 Diámetro mínimo para las conexiones domiciliarias**

El diámetro mínimo para las conexiones domiciliarias será de 100mm (4")

---

<sup>3</sup>Instituto Nicaragüense de acueductos y Alcantarillado Sanitario (INAA). (2001). *Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales. Managua, Nicaragua: Gobierno de la república.*

### **6.7.5 Diámetro mínimo para la red de recolección**

El diámetro mínimo para la red de recolección de aguas servidas será de 150mm (6").

### **6.7.6 Cobertura mínima de la tubería**

En el diseño se deberá mantener una cobertura mínima de 1.20 m sobre la corona de la tubería en toda su longitud. En el caso del sistema de alcantarillado sanitario simplificado se permitirán coberturas de hasta 0.80 m., solamente si hay seguridad de que no habrá tránsito pesado de automotores. Si se dejará tubería a menos profundidad de la indicada se deberá considerar protección sobre la misma.

Dentro de este criterio se considera los Dispositivos Terminales de Limpieza (DTL), que se proponen al inicio de una tubería y los Dispositivos de Limpieza (DL), para ser colocados en puntos intermedios entre un PVS y Dispositivos Terminales de Limpieza (DTL), con el objetivo de minimizar los costos.

### **6.7.7 Ubicación de las alcantarillas**

En las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste, las tuberías se deberán ubicar al Norte de la línea central de la vía. En las vías de circulación dirigidas de Norte a Sur, las tuberías se deberán ubicar al Oeste de la línea central de la vía.

En caso de pistas de gran anchura se deberán colocar dos líneas, una en cada banda de la pista. Las alcantarillas deberán colocarse debajo de las tuberías de agua potable y con un separación mínima horizontal entre 3.00 m y 1.50 m.

### **6.7.8 Cambio de diámetro**

El diámetro de cualquier tramo de tubería deberá ser igual o mayor, que el diámetro del tramo aguas arriba, por ningún motivo podrá ser menor. En el caso de que en un

pozo de visita descarguen dos o más tuberías, el diámetro de la tubería de salida deberá ser igual o mayor que el de la tubería de entrada de mayor diámetro.

En los cambios de diámetro, deberán coincidir los puntos correspondientes a los 8/10 de la profundidad de ambas tuberías. En el caso de que en un pozo de visita descarguen dos o más tuberías, deberán coincidir los puntos correspondientes a los 8/10 de la profundidad de la tubería de entrada a nivel más bajo con el de la tubería de salida.

#### **6.7.9 Ángulos entre tuberías**

En todos los pozos de visita o cajas de registro, el ángulo formado por la tubería de entrada y la tubería de salida deberá tener un valor mínimo de 90° y máximo de 270° medido en sentido del movimiento de las agujas del reloj y partiendo de la tubería de entrada.

#### **6.7.10 Tirante máximo de agua**

Las tuberías en el alcantarillado sanitario se proyectarán para funcionar con un tirante igual ó menor al 75% del diámetro de tubería, destinándose la parte superior del tubo para ventilación del sistema, imprevistos y fluctuaciones excepcionales de vertido de aguas residuales.

#### **6.7.11 Tirante mínimo de agua**

En conformidad con el criterio de tensión de arrastre debe producirse la auto limpieza de la tubería, por lo menos una vez al día debido a la tensión de arrastre que debe ser igual o mayor a 1 Pa, cualquiera que sea el tirante de agua. Por tanto, no se limita a un tirante mínimo.

#### **6.7.12 Pozos de Visita**

Se deberán ubicar pozos de visita (PVS), en todo cambio de alineación horizontal o vertical, en todo cambio de diámetro; en las intersecciones de dos o más

alcantarillas, en el extremo de cada línea cuando se prevean futuras ampliaciones aguas arriba, en caso contrario se deberán instalar "Registros terminales" (cleanout).

El PVS podrá ser construido totalmente de concreto, o con el cuerpo de ladrillo cuarterón apoyado sobre una plataforma de concreto. En el caso que el cuerpo sea de ladrillo éste deberá repellarse con mortero interna y externamente para evitar la infiltración en ambos sentidos. El diámetro interno mínimo del pozo será 1.20 m.

El pasaje del agua a través del pozo de visita deberá efectuarse mediante canales que vayan en la dirección de la entrada de los tubos aguas arriba y la salida de los tubos aguas abajo. Estos canales deberán tener la sección del tubo de entrada en la parte superior y la sección del tubo de salida en la parte inferior. El acabado deberá ser totalmente fino y se redondeará la intersección de la superficie del fondo del pozo con la del canal.

El fondo del pozo deberá tener un acabado fino, con pendiente transversal hacia los canales no menor del 2% (lo cual no es necesario que se cumpla ya que con una pendiente de 0.5% se puede tener un buen funcionamiento). Todas las aristas vivas deberán ser redondeadas.

El pozo de visita deberá ser provisto en su interior, de peldaños con diámetro no menor de 15mm de aleación de aluminio, separados verticalmente 0.30 m.

#### **6.7.13 Dotación de agua potable**

Se utilizará la dotación de agua potable per cápita de acuerdo a lo indicado en las normas NTON 09003-99.

#### **6.7.14 Gastos de infiltración (Qinf)**

Las normas de INAA establecen un caudal de infiltración de 2 litros por cada hora en una longitud de 100 m y por cada 25 mm de diámetro de tubería.

### 6.7.15 Caudal medio

El gasto medio de aguas residuales domésticas se deberá estimar igual al 80% de la dotación del consumo de agua.

$$Q_m = 0.8 \cdot D \cdot P \quad (1)$$

D: Dotación de consumo de agua

P: Población a Servir

### 6.7.16 Caudal máximo

El gasto máximo de aguas residuales domésticas se deberá determinar utilizando el factor de relación de Harmon.

$$Q_{\max} = \left[ 1 + \frac{14}{4 + P^{1/2}} \right] Q_m \quad (2)$$

Q<sub>max</sub> = Gasto máximo de aguas residuales domésticas.

P = Población servida en miles de habitantes.

Q<sub>m</sub> = Gasto medio de aguas residuales domésticas.

### 6.7.17 Caudal mínimo

La norma nacional aprobada por el INAA establece que el caudal mínimo debe ser 1/5 del caudal medio.

$$Q_{\min} = \frac{1}{5} Q_m \quad (3)$$

### 6.7.18 Caudal de diseño

Si el área a servir tuviera más de uno de los usos antes señalados, los caudales de aguas residuales se deberán estimar como la suma de las contribuciones parciales por uso, debiéndose efectuar el diseño de los tramos de alcantarillado en base del aporte calculado para cada uso, y no usando el valor promedio por área unitaria.



El gasto de diseño hidráulico del sistema de alcantarillas se deberá calcular de la forma siguiente:

$$Q_d = Q_{max} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{int} \quad (4)$$

$Q_{com}$  = Gasto comercial.

$Q_{ind}$  = Gasto industrial.

$Q_{int}$  = Gasto institucional o público.

#### 6.7.19 Cálculos hidráulicos

Se deberá usar la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2} \quad (5)$$

Donde:

$Q$  = Caudal ( $m^3/s$ )

$A$  = Área de la sección húmeda

$R$  = Radio hidráulico

$S$  = Pendiente longitudinal de la tubería

$n$  = Coeficiente de rugosidad.

#### 6.7.20 Fórmula y coeficiente de rugosidad

El cálculo hidráulico de las alcantarillas se deberá hacer en base a la fórmula de Manning para flujo en canales abiertos usando el coeficiente de rugosidad " $n$ " = 0.013 para todos los diámetros de tuberías de concreto y " $n$ " = 0.009 para tuberías de polivinilo (PVC) y de polietileno.

### 6.7.21 Velocidad y Pendiente longitudinal mínima

La pendiente longitudinal mínima deberá ser aquella que produzca una velocidad de auto lavado, la cual se podrá determinar aplicando el criterio de la tensión de arrastre, según la siguiente ecuación:

$$F = W R S \quad (6)$$

F = Tensión de arrastre en Pascal

w = Peso específico del líquido N/m<sup>3</sup>

R = Radio hidráulico en metros

S = Pendiente mínima en m/m

Se recomienda un valor mínimo de F = 1 Pa.

### 6.7.22 Pendientes longitudinales máximas

Se considerará pendiente longitudinal máxima, aquella que produzca una velocidad de flujo no mayor de 5 m/s para tuberías de PVC y polietileno. Las pendientes longitudinales máximas para estas tuberías deberán ser las siguientes:

**Tabla 1. Valores de pendiente longitudinal máxima en función del diámetro de la tubería.**

<b>Diámetro (pulg)</b>	<b>Pendiente (m/m)</b>	<b>Diámetro (pulg)</b>	<b>Pendiente (m/m)</b>
6	0.0581	12	0.0230
8	0.0396	15	0.0171
10	0.0294	16	0.0157

## 6.8 Presupuesto

Se analizará detalladamente cada uno de los costos de las actividades involucradas para llevar a cabo el proyecto de diseño de la red del alcantarillado sanitario por cada tramo de tubería. El presupuesto será elaborado de la siguiente manera:

- ✓ Los precios de materiales serán tomados de los costos promedios que se manejan en el mercado.
- ✓ La mano de obra se determinará basándose en las normas de rendimiento horario para obras verticales y en el catálogo de precios vigente para la construcción, brindado por el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE)<sup>4</sup>.
- ✓ El costo total de una actividad<sup>5</sup> es la sumatoria del costo de los materiales, la mano de obra, un 8% de la mano de obra para gastos de herramientas y equipo, más un 35% del costo directo adicional como costos indirectos, pudiendo variar de acuerdo a los criterios del presupuestita.

## 6.9 Evaluación de impacto ambiental (EIA)

### 6.9.1 Definición de evaluación de impacto ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental es un Estudio técnico de los efectos de una acción propuesta en el medio ambiente y los recursos naturales, para buscar medidas preventivas que permitan el desarrollo con el menor daño o deterioro ambiental, el cual deberá incluir una comparación entre las diversas alternativas posibles para alcanzar el objetivo deseado de identificar cuál de ellas presenta la mejor combinación de costos, beneficios económicos y ecológicos, mediante la técnica de Cribado ambiental, para la adopción de decisiones ambientales<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup>Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). (2010). *Guía de costos-Nuevo FISE*. Managua, Nicaragua: Nuevo FISE.

<sup>5</sup>Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). (2010). *Catálogo de etapas y subetapas*. Managua, Nicaragua: Nuevo FISE

<sup>6</sup>Comisión nacional del medio ambiente de la presidencia de la república de Guatemala. *Instructivo de procedimiento para las evaluaciones de impacto ambiental. Capítulo 2*. [www.ccad.ws/documentos/legislacion/GT/A-15-10.pdf](http://www.ccad.ws/documentos/legislacion/GT/A-15-10.pdf)

La evaluación del impacto ambiental, en el contexto actual, se entiende como un proceso de análisis que anticipa los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas, permitiendo seleccionar la alternativa que cumpliendo con los objetivos propuestos maximice los beneficios y disminuyan los impactos no deseados.

### 6.9.2 Método a utilizar

Numerosos métodos han sido desarrollados y usados en el proceso de evaluación del impacto ambiental (EIA) de proyectos. Sin embargo, ningún tipo de método por sí solo, puede ser utilizado para satisfacer la variedad y tipo de actividades que intervienen en el estudio de impacto. Por lo tanto, el tema clave estará en seleccionar adecuadamente el método más apropiado para la necesidad específica.

El método que se utilizará es una combinación entre el método de Battelle Columbus, Matrices de interacción y el método analítico.

El **método de Battelle Columbus**<sup>7</sup> fue elaborado para la planificación y gestión de proyectos hidráulicos. Este método se puede usar con dos fines:

1. Medir el impacto ambiental sobre el medio de diferentes proyectos hidráulicos.
2. Planificar a medio y largo plazo proyectos con el mínimo impacto ambiental posible.

Este método se basa en una lista de indicadores de impacto, con 78 parámetros o factores ambientales, que representan una unidad o aspecto del medio ambiente que merecen ser considerados por separado. Con este método se obtienen datos cuantitativos de cada uno de estos indicadores los cuales los hacen medibles antes y después del proyecto.

---

<sup>7</sup>Battelle Columbus Laboratories 1972.

**Matriz del Dr. Millán:** Representan un tipo de método ampliamente usado en los procesos de EIA. Las variaciones de las matrices sencillas de interacción han sido desarrolladas para enfatizar rasgos característicos deseables; las matrices representan un método muy útil para el estudio de diversas actividades dentro de los procesos de EIA<sup>8</sup>.

El **método analítico** se remite básicamente a la información de proyectos existentes de un tipo similar al que se está analizando. La información obtenida en la medición y seguimiento de los impactos ambientales actuales pueden ser usados como una analogía a los impactos anticipados del proyecto propuesto.

Para llevar a cabo este estudio se visitará al Ministerio de Ambiente y los Recursos Naturales MARENA, ya que es la autoridad nacional competente en materia de regulación, normación, monitoreo del control de la calidad ambiental, para indagar acerca de los posibles impactos que genera la ejecución de un proyecto de alcantarillado sanitario, los riesgos que se corre y la mitigación de dichos riesgos.

## **6.10 Evaluación económica del proyecto**

### **Relación Beneficio/Costo<sup>9</sup>**

La relación Beneficio/Costo, B/C, consiste en poner en valor presente los beneficios netos y dividirlo por el valor presente de todos los costos del proyecto. La tasa que se utilice para poner en valor presente, tanto los beneficios como los costos, depende de quien lleve a cabo el proyecto, si el proyecto es particular se utiliza la tasa del inversionista, pero si este es estatal se puede usar la tasa de interés social (que es mas baja lo cual hace que la aceptación sea mas probable). De acuerdo a lo anterior se puede plantear la siguiente ecuación:

---

<sup>8</sup>*Metodología para la evaluación de impacto ambiental.*[tdx.cat/bitstream/handle/10803/6830/04Lag104de09.pdf?sequence=4](http://tdx.cat/bitstream/handle/10803/6830/04Lag104de09.pdf?sequence=4)

<sup>9</sup>Baca Guillermo. *Ingeniería Económica. Octava edición. Editorial Politécnico Gran Colombiano. Santafé de Bogotá.*

$$\text{RELACION B/C} = \frac{\text{Valor presente de los ingresos}}{\text{Valor presente de los egresos}}. \quad (7)$$

La relación B/C puede tomar por tanto tres valores: <1, =1 y >1.

Si la relación B/C es menor que 1 significa que los ingresos son mayores que los costos por tanto el proyecto no es aconsejable.

Si la relación B/C es igual a 1 significa que en valor presente, los ingresos son iguales a los egresos, en este caso, lo único que se alcanza a ganar es la tasa del inversionista, por lo tanto es indiferente realizar el proyecto o continuar con las inversiones que normalmente hace el inversionista.

Si la relación B/C es mayor que 1 significa que en valor presente los ingresos son mayores que los egresos por tanto es aconsejable realizar el proyecto.

Las entidades crediticias internacionales tales como: Banco mundial, Banco Internacional de Desarrollo, Fondo Monetario Internacional, etc., acostumbran realizar sus proyectos de inversión mediante la relación B/C y adicionalmente con otro índice que generalmente es el Valor Presente Neto (VPN). Por esto es de gran importancia que cualquier proyecto que debido a su tamaño necesite financiamiento internacional sea evaluado con la relación B/C.

Por lo general los grandes proyectos son propiedad del estado y producen un beneficio o ventaja para la sociedad, pero también le pueden causar pérdidas a las que se le conocen como des beneficio o desventajas y los costos del proyecto son los invertidos por el estado.

## **7. DISEÑO METODOLOGICO**

### **7.1 Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es descriptivo de corte transversal. Es descriptivo porque se dan a conocer las características socioeconómicas de la población, y transversal porque se realizó en un periodo de 4 meses.

### **7.2 Tiempo de ejecución**

El tema se desarrolló en un periodo de cuatro meses distribuidos de la siguiente manera: recopilación de información dos semanas, levantamiento topográfico tres semanas, diseño hidráulico una semana, confección de planos dos semanas, presupuesto dos semanas, evaluación de impacto ambiental una semana, revisión del documento una semana.

### **7.3 Universo**

El universo para determinar los elementos de la Red de Alcantarillado Sanitario, es la zona urbana del municipio de Darío, departamento de Matagalpa.

### **7.4 Muestra**

La muestra para la realización del presente trabajo está constituido por los pobladores de los barrios Metapa, Luz Marina, Finlandia y Villa Hermosa.

### **7.5 Criterios de inclusión**

Se tomó en cuenta para el estudio todos aquellos elementos que incorporan un Sistema de Alcantarillado Sanitario:

- Pozos de Visita Sanitario (PVS).
- Cajas de registro C/R.
- Colectoras (principales y secundarias).

## 7.6 Criterio de exclusión

No se tomó en cuenta todos los sistemas que no cumplan los criterios de inclusión.

## 7.7 Muestreo

Para la formulación de este proyecto fue necesario plantear un estimado de cuantas viviendas de cada uno de los barrios en estudio se le aplicará la encuesta o cuestionario.

Para esto se utilizó el muestreo proporcional, que según Bernal C.A<sup>10</sup> consiste en determinar el tamaño de la muestra a partir de una investigación piloto realizada con anterioridad en el sitio. El tamaño de la muestra se determinará usando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 PQN}{\epsilon^2 (N-1) + Z^2 PQ} \quad (6)$$

Donde:

N= Tamaño de la muestra necesaria.

Z= Margen de confiabilidad o número de unidades de desviación estándar en la distribución normal que producirá el nivel deseado de confianza (para una confianza de 95% o un  $\epsilon=0.05$ ,  $Z=1.96$ , para una confianza del 99% o un  $\epsilon=0.01$   $Z=2.58$ ).

P= Probabilidad de que el evento ocurra (dato obtenido de la investigación piloto).

Q= Probabilidad de que el evento no ocurra.

$$Q = 1 - P. \quad (7)$$

$\epsilon$ = Error o diferencia máxima entre la media muestral y la media de la población que se está dispuesto a aceptar con el nivel de confianza que se ha definido.

N= Tamaño de la población.

---

<sup>10</sup>Bernal C.A. (2006). *Metodología de la investigación*. 2<sup>da</sup> edición. México, Pearson Educación de México, S.A de C.V.  
Idem.P.171.



## 7.8 Método

Se empleó el método analítico<sup>11</sup>, debido a que se estudió algunas variables por separado tales como: problemática higiénico-ambiental, población y diseño hidráulico.

## 7.9 Metodología.

La metodología que se empleó fue la Investigación Acción Participativa (IAP)<sup>12</sup>, debido a que para la realización de la formulación de este proyecto se necesitará la participación de la comunidad que se beneficiará de él. Los pasos que se siguieron fueron los siguientes:

- a) Contacto con el medio. En esta fase se recopiló toda la información necesaria para la formulación del proyecto. Para esto se realizó visitas al sitio para obtener información de la propia comunidad y sobre todo, estas visitas fueron con el objetivo de informar a la población de la necesidad de este proyecto para su beneficio. Pero antes de realizar todo lo anteriormente mencionado, fue necesario definir las líneas de investigación.
- b) Programación de las actividades.
- c) Conclusión y propuestas

---

<sup>11</sup>Bernal C.A. (2006).*Metodología de la investigación*. 2<sup>da</sup> edición. México, Pearson Educación de México, S.A de C.V.

*Idem*.P.56.

<sup>12</sup> 12.*Idem*.P.58.

## **CAPITULO I**

### **CONDICIONES DE VIDA DE LOS HABITANTES Y EL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

#### **Ubicación geográfica**

Los barrios en estudio están ubicados en el costado Nor-Oeste del casco urbano de Darío.

#### **Extensión territorial**

Los barrios en estudio tienen una extensión territorial de 34.4 Ha con una altitud promedio de 487 msnm.

#### **Población**

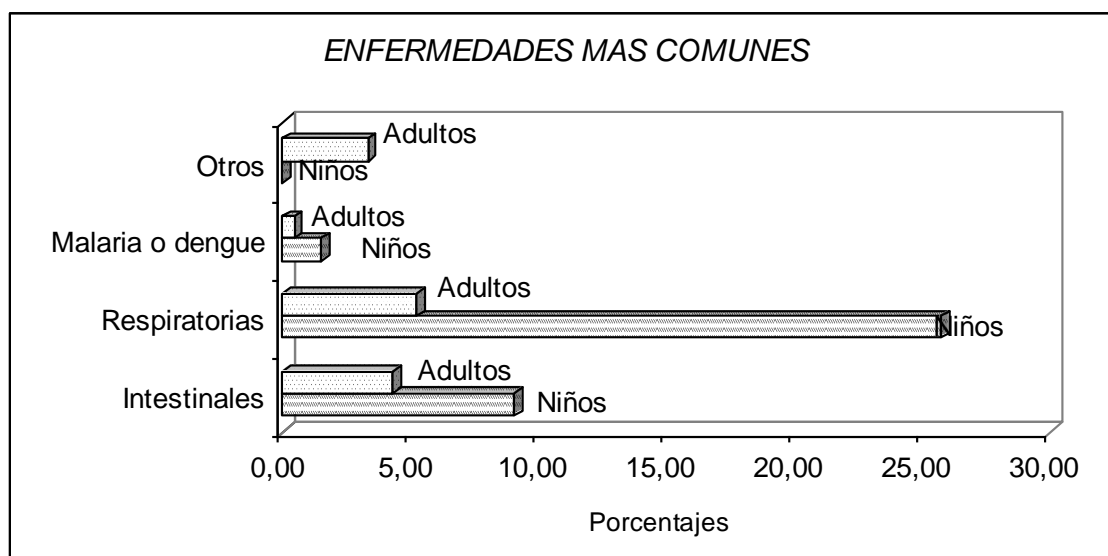
La población es de 2154 habitantes. Para determinar ésta población fue necesario recurrir a una encuesta, pero debido a que se obtuvo un promedio por vivienda de 4 hab, se procedió a utilizar lo establecido por la Normas de Alcantarillado Sanitario del Instituto Nicaragüense de Acueductos Y Alcantarillados (INAA), de 6 hab/viv, y teniendo un total de 359 viviendas dio el resultado anteriormente reflejado.

#### **Salud y educación**

Existe un Centro de Salud ubicado en el km. 89.5 de la Carretera Panamericana que conduce a Sébaco/Matagalpa, exactamente en el barrio Villa Hermosa. Este centro es de cobertura municipal, sin embargo por razones de distribución de atención, se encarga de atender el área urbana y a 35 comunidades rurales, el resto asisten a puestos de salud rurales y eventualmente asisten al centro de salud cuando el caso lo amerita.

De acuerdo a los datos proporcionados por el SILAIS, las enfermedades de mayor incidencia son las enfermedades respiratorias, seguido de las enfermedades intestinales.

En la encuesta realizada, se recopiló información sobre las enfermedades que más se han presentado en niños y adultos durante los últimos tres meses y se obtuvo los siguientes datos: Las enfermedades que más han estado afectando a la población infantil son las enfermedades respiratorias, también ha habido casos de enfermedades intestinales como diarreas y parasitosis, malaria y dengue entre otras, los adultos han sido afectados por enfermedades respiratoria, intestinales y otras. A continuación se presenta un gráfico con los resultados obtenidos de la encuesta.



**Gráfico 1. Enfermedades más comunes registradas en los últimos tres meses. Fuente: Estudio realizado por ENACAL.**

En el sector también se encuentran dos centros de estudio, uno es la Academia cristiana ubicada en el barrio Finlandia, este es de educación primaria y secundario. El otro es el Instituto Nacional Darío, ubicado en el barrio Metapa el cual brinda educación secundaria en los turnos diurno, sabatino y dominical.

## **Situación higiénica sanitaria**

La municipalidad presta el servicio de recolección de residuos sólidos a través de un sistema de ruteo, la frecuencia de recolección de basura domiciliar es de una vez por semana, lo que no es suficiente para cubrir con la cantidad de basura generada por la población, debido a esto los pobladores queman la basura en los patios de su casa o la entierran.

## **Situación habitacional**

Se indagó sobre los materiales de los cuales están construidas las viviendas del sector, encontrándose materiales varios. Entre ellos: Concreto, madera, plástico negro, zinc, barro, ladrillo cuarterón, piedra cantera.

## **Actividades económicas**

La principal actividad económica del sector son las que se presentan a continuación:

### **Sector Secundario:**

Entre las actividades que representan al sector secundario se ubican los talleres de costura, taller de carpintería, así como; el sector de la construcción, servicios técnicos de fontanería, electricidad, mueblerías, rosquilleras.

### **Sector Terciario:**

El sector terciario es el de mayor representatividad en la zona, ocupando las actividades comerciales y de servicios. Entre los principales puestos de comercio se identifican: pulperías, ventas de carne, arroz, licores, tiendas de zapato, ropa etc. La actividad a la que la mayor parte de los pobladores se dedica son las comúnmente llamadas líneas, en esta actividad los hombres salen fuera de la ciudad, especialmente a Managua y ofrecen productos varios con facilidad de pagos al crédito. Esta actividad genera la mayor parte de los ingresos en los hogares.

Con respecto a los ingresos mensuales de las familias encuestadas los resultados reflejan que el mayor porcentaje de las familias (44%) tienen ingresos mensuales mayores de C\$1000 córdobas, un 30% de las familias tienen ingresos mensuales inferiores a los C\$500 córdobas y un 26% con ingresos variables de C\$500 – C\$1000 córdobas.

## **Climatología**

El clima de la zona, según la clasificación de Koepen es de tipo sabana tropical semi-caliente.

Para caracterizar la climatología se seleccionó la estación meteorológica de Sébaco, código INETER 55005, que se ubica aproximadamente a unos 10 Km. al Norte de la localidad, con una elevación de 480 m.s.n.m.y se puede considerar representativa para la zona de estudio.

La temperatura promedio anual se reporta en 25.7 °C, con una oscilación media de 3 °C. El período más caluroso ocurre desde Marzo hasta Mayo y el más fresco desde Diciembre hasta Febrero. Las temperaturas medias mínimas alcanzan valores entre 18.9 y 21.8 °C y las medias máximas varían entre los 29.3 y 32.7 °C. La evaporación media anual asciende a 2670 mm, con valores máximos en Marzo - Abril. La humedad relativa media anual es de 72%. El brillo solar varía de 7 a 9 h/día, la evapotranspiración anual alcanza valores alrededor de 1230 mm según cálculo de Thornthwaite, que se considera el más apropiado para zonas altas. El clima se clasifica: Zonas Áridas según Lang y Semiárido según Meyer.

La estación pluviométrica representativa de la localidad, es la de Darío, Código INETER 55009. La precipitación media anual asciende a 800 mm, los meses lluviosos ocurren desde Mayo hasta Octubre, cayendo en dicho período un 89% de la lluvia media anual, el mes más lluvioso es Septiembre con un valor medio de 176 mm. A partir de Diciembre hasta Abril las precipitaciones son reducidas.

## **Geología e hidrogeología**

Ciudad Darío está localizada en la región hidrogeológica de "Las Tierras Altas del Interior", en el borde Sur-oriental del Valle de Sébaco, en los primeros afloramientos de rocas volcánicas terciarias que constituyen la ladera oriental del mismo, a una elevación de 480 metros m.s.n.m.

La ciudad se encuentra sobre un afloramiento de rocas volcánicas pertenecientes al Grupo Coyol Inferior, esencialmente ignimbritas claras, que se presentan meteorizadas en superficie y fracturadas.

A lo largo del curso del Río Grande de Matagalpa, que cruza la ciudad en dirección de SSE a NNO, se encuentran depósitos aluviales, constituidos por arenas, arcillas y bolones, cuyo espesor máximo, según viejas perforaciones, alcanza a los 15-20 metros. Al NO de la ciudad se extiende el Valle de Sébaco, constituido por extensos depósitos aluviales.

Desde el punto de vista hidrogeológico, los depósitos cuaternarios que se encuentran a lo largo del Río Grande de Matagalpa, constituyen un acuífero muy superficial, explotable solamente a través de pozos cavados o perforados de pequeña profundidad, en cuanto en periodos de sequía el nivel de las aguas subterráneas se profundiza hasta las rocas inferiores adyacentes.

Las rocas volcánicas presentan solamente una permeabilidad secundaria, sobre todo en la parte más superficial, alterada y fracturada. Esto las hace actuar como unos acuíferos moderadamente productivos, pero solamente en zonas de fracturas. El único acuífero de una cierta importancia en el área es el acuífero aluvial del Valle de Sébaco, donde están localizados los pozos que abastecen actualmente el acueducto de Ciudad Darío.

El Valle de Sébaco, atravesado por los Ríos Viejo y Matagalpa, es una depresión tectónica limitada por líneas de falla, rellena de material aluvial (gravas, arenas, limos y arcillas) cuyo espesor máximo se estima entre 100 y 125 metros.

El relleno aluvial está dividido en tres unidades: la unidad superior, con un espesor de unos 20-25 metros, esta constituida previamente de limos y arcillas; la unidad intermedia, con espesor medio de unos 40 metros, está constituida por gravas y arenas y constituye el verdadero acuífero del Valle, la unidad inferior esta constituida por arcillas compactas y tiene un espesor de 40 a 70 metros. Las rocas volcánicas que constituyen el fondo de la depresión se consideran impermeables.

Según estudios hechos por INAA en 1984 (PROCONSULT), las aguas subterráneas entran al Valle de diferentes puntos de la parte septentrional y escurren con dirección general de NE hacia SO, con gradientes hidráulicos variables de entre 0.003 y 0.009. La profundidad a la que se encuentra el nivel freático en la mayoría del área, referida al nivel del terreno, varia entre 3 y 14 metros (datos 1984).

Según registros efectuados en los años 1968-78 en una red de 24 pozos monitores, los ascensos medios en el valle (período mayo - noviembre) fueron de entre 0.80 y 1.70 metros, mientras los descensos medios (período diciembre - abril) fueron de entre 0.35 y 2.50 metros.

En la mayor parte del Valle, el acuífero se encuentra en condiciones confinadas o semi-confinadas, debido a la presencia de las capas predominantemente arcillosas superficiales. Según los resultados de 65 pruebas de bombeo efectuadas antes del estudio de 1984, los valores de la Transmisibilidad del acuífero varían entre 120 y 3800 m<sup>2</sup>/d, con un valor promedio de 960 m<sup>2</sup>/d. El coeficiente de almacenamiento, obtenido mediante 5 pruebas de bombeo con pozo de observación, varia desde 0.0015 y 0.004; sin embargo, los valores del coeficiente de almacenamiento regional, obtenidos por medio de los balances hídricos, varían entre 0.10 y 0.16.

## **Red de alcantarillado existente**

El sistema de alcantarillado existente, es un sistema separado que drena totalmente por gravedad.

De acuerdo con las condiciones topográficas de esta ciudad, el sistema está dividido en dos subsistemas cada subsistema cuenta con un sistema de tratamiento independiente.

La planta de tratamiento No.1 ubicada en el barrio Laborío(Ver plano urbanístico en anexos) recibe las aguas residuales de la población ubicada en la cuenca norte y noroeste y la planta de tratamiento No. 2 ubicada en el Barrio San Pedro da tratamiento a las aguas recolectadas en la cuenca que cubre todo el centro histórico de la ciudad. En ambos casos la disposición final de las aguas vertidas por estas plantas es hacia el cauce del río grande de Matagalpa que bordea en el sector sur a la ciudad.

Cada una de las plantas de tratamiento de aguas residuales está compuesta por tres cajas de demasía, tres módulos de Fosas Sépticas de dos cámaras en series seguidos por filtros anaerobios de flujo ascendentes.





**Foto 1. Planta de tratamiento No.1 ubicada en el barrio Laborío.**  
**Fuente: Elaboración propia. Tomada en octubre del 2011.**



**Foto 2. Planta de tratamiento No.2 ubicada en el barrio San Pedro.**  
**Fuente: Elaboración propia. Tomada en octubre del 2011.**

Actualmente el sistema tiene una cobertura de apenas el 30% del poblado. Existe un total de 1,183 conexiones de las cuales solo 1,136 conexiones están activas y 47 están suspendidas.

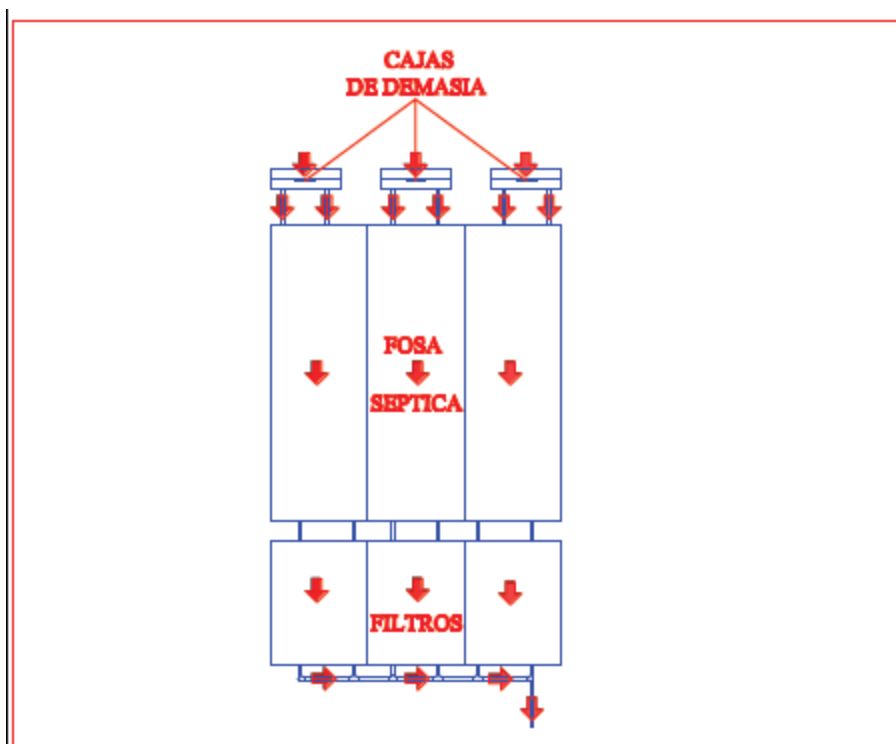
## **Breve descripción de la planta No.1**

La planta de tratamiento No.1, está ubicada en el barrio Laborío. La red que conduce el agua hasta esta planta, está constituida por aproximadamente 8,775 metros lineales de tubería de PVC y concreto, con diámetro mínimo de 6 pulgadas y máximo 10 pulgadas, 5 cajas de registro y 77 pozos de visita sanitaria con profundidades entre 0.6 m y 2.5 m. La descarga final es directamente al río.

Está compuesta por tres cajas de demasía, tres módulos de Fosas Sépticas de dos cámaras en series en donde se depositan los sólidos, seguidos por filtros anaerobios de flujo ascendentes colocados en la salida de la planta. Actualmente solo esta trabajando una unidad de filtro y una unidad de fosa de demasía.

Es importante señalar que esta provista de un Bypass, que cuando se presentan problemas en los filtros, este se cierra y las aguas negras descargan de manera cruda al río (ver foto 5). En la foto 6 se puede observar la gran cantidad de eses fecales, desechos de pañales desechables, bolsas de detergentes, etc.

Esta planta cubre los siguientes barrios: Revolución, un 20% del José Santos Zelaya, San Francisco, Santa Lucia, un 10% del barrio Edén, barrio Nuevo y un 20% del barrio Laborío.



**Gráfico 2. Esquema de la planta de tratamiento existente.**  
**Fuente: Elaboración propia. Febrero 2012.**



**Foto 3. Cajas de Demasía colocada en la entrada. Fuente: Elaboración propia.**  
**Tomada el 27 de Enero del 2012.**





**Foto 4. Fosas de Séptica.**

**Fuente: Elaboración propia. Tomada el 27 de enero del 2012.**



**Foto 5. Descarga directa al río.**

**Fuente: Elaboración propia. Tomada el 27 de enero del 2012.**



**Foto 6. Desechos solidos observados en la descarga.**

**Fuente: Elaboración propia. Tomada el 27 de enero del 2012.**

## CAPITULO II

### DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA

#### Aforo realizado a la planta de tratamiento

Antes de realizar todo el diseño de la red, fue necesario realizar un aforo a la planta de tratamiento con el objetivo de conocer el caudal que está entrando a la planta y así poder determinar la eficiencia que esta tiene actualmente. Este aforo se realizó los días 11 y 12 de enero del 2012, de las 6 de la mañana a las 6 de la tarde, en donde se pudo observar que los caudales picos se encuentran entre la 07:30 AM y las 12:30 MD. Ver Anexo 1.

La planta fue diseñada para tratar 43.80 l/s. En las tablas 9 y 10 se muestran todos los cálculos hidráulicos necesarios para determinar el caudal promedio y el caudal pico. En la tabla No.9 se puede observar que el caudal promedio para el día 11 de enero fue de 25.12 l/s y un caudal pico de 31.54 l/s a las 9:30 AM. En la tabla 10 se puede observar que para el día 12 de enero el caudal promedio fue de 23.25 l/s con un caudal pico de 29.78 l/s a la misma hora.

Con todo lo anterior se puede calcular un caudal promedio y pico promedio para los dos días.

$$Caudal_{promedio} = \frac{25.12 + 23.25}{2} = 24.18 \text{ l/s}$$

$$Caudal_{picopromedio} = \frac{31.54 + 29.78}{2} = 30.66 \text{ l/s.}$$

Es importante señalar que este aforo se realizó en periodo seco. Según datos proporcionados por ENACAL, en invierno este caudal puede aumentar hasta en un 40%. Esto se debe a que una gran cantidad de viviendas tiene conectadas las descargas de aguas pluviales al sistema. Es por esta razón que en invierno una

gran cantidad de pozos de visita se rebalsan provocando un ambiente de insalubridad.

Cálculo de la eficiencia actual del sistema.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Caudal actual}}{\text{Caudal de diseño}} \times 100.$$

Usando el caudal pico promedio.

$$\text{Eficiencia} = \frac{30.66 \text{ l/s}}{43.8 \text{ l/s}} \times 100.$$

Eficiencia = 70%.

Esto significa que queda un borde libre de 30%.

Usando el caudal promedio.

$$\text{Eficiencia} = \frac{24.18 \text{ l/s}}{43.8 \text{ l/s}} \times 100.$$

Eficiencia = 55.2 %.

Esto significa que queda un borde libre de 44.8 %.

### **Cálculo del caudal**

La población de diseño se determinó usando el número de viviendas (lotes) y el número de habitantes por vivienda. Mediante encuesta aplicada a 50 viviendas del barrio Metapa, 50 del barrio Luz Marina, 35 del barrio Finlandia y 8 del barrio Villa Hermosa, se determinó un índice de 4 habitantes por viviendas, pero la norma establece un mínimo de 6 habitantes por vivienda, por tal razón se utilizó para el diseño un índice de 6 habitantes por vivienda. Con el fin de darle un mayor servicio a la población, se tomó en cuenta los lotes baldíos como una vivienda

existente, debido a que tarde o temprano serán habitados y en consecuencia necesitarán el servicio.

En total se contabilizaron 359 viviendas distribuidas de la siguiente manera: 126 en el barrio Metapa, 112 en el barrio Luz Marina, 80 en el barrio Finlandia y 41 en el barrio Villa Hermosa.

Población = Viviendas \* Habitantes.

Población = (359 viviendas) \* (6Hab/viviendas).

Población = 2154 habitantes.

### Caudal de infiltración

Este caudal está en dependencia del agua pluvial que puede introducirse por medio de las tapas de los pozos de visita sanitario, así como en las tuberías por conexiones ilícitas. Según las normas técnicas de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados ENACAL se asigna un gasto de 2 lts/hora/100m de tubería.

$$Q_{inf} = \frac{2 \text{ Lts}}{3600 \text{ seg}} \times \frac{6609 \text{ m}}{100 \text{ m}} = 0.05 \text{ l/s.}$$

### Caudal medio

Para calcular este caudal se estima que el 80% del consumo de agua potable retorna al sistema.

$$Q_m = \frac{0.80 \times \frac{100 \text{ l}}{\text{hab} \cdot \text{dia}} \times 2154 \text{ hab}}{86400 \text{ seg}} = 2.0 \text{ l/s.}$$

## Caudal mínimo de aguas residual

La norma recomienda que el caudal mínimo se calcule como 1/5 del caudal medio.

$$Q_{\min} = \frac{1}{5} \times 2.0 \text{ l/s} = 0.40 \text{ l/s}.$$

## Caudal máximo de aguas residuales

Para calcular el caudal máximo fue necesario calcular el factor de Harmon.

$$Q_{\max} = F_h \times Q_m.$$

$$F_h = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}.$$

$$F_h = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{2154}{1000}}} = 3.56.$$

La norma recomienda que el factor de Harmon debe estar comprendido entre 1.8 y 3. Como el factor de Harmon calculado da 3.56, entonces se tomará un valor de 3.

$$Q_{\max} = 3 \times 2.0 \text{ l/s} = 6.0 \text{ l/s}.$$

## Caudal de diseño

Antes de calcular el caudal de diseño es necesario recalcar que en este sector existe un centro de educación primaria, uno de secundaria y un centro de salud. Es por esta razón que se tuvo que agregar un caudal institucional. Además hay varios negocios como pulperías, talleres de carpintería y mecánica por tal razón también se agregará un caudal comercial.

La norma recomienda que tanto el caudal comercial como el institucional se calculen como el 7% del caudal máximo.



$$Q_{inst} = Q_{com} = 7\% Q_{max}.$$

$$Q_{inst} = Q_{com} = 7\% (6.0 \text{ l/s}).$$

$$Q_{inst} = Q_{com} = 0.42 \text{ l/s}.$$

$$Q_{diseño} = Q_{inf} + Q_{max} + Q_{inst} + Q_{com}.$$

$$Q_{diseño} = (0.05 + 6.0 + 0.42 + 0.42) \text{ l/s}.$$

$$Q_{diseño} = 6.89 \text{ l/s}.$$

Una vez calculado el caudal de diseño se puede calcular la eficiencia de la planta con el caudal extra que tendrá.

Usando el caudal pico promedio.

$$\text{Eficiencia} = \frac{37.55 \text{ l/s}}{43.8 \text{ l/s}} \times 100.$$

$$\text{Eficiencia} = 85.73\%.$$

Esto significa que queda un borde libre de 14.27%.

Usando el caudal promedio.

$$\text{Eficiencia} = \frac{31.07 \text{ l/s}}{43.8 \text{ l/s}} \times 100.$$

$$\text{Eficiencia} = 70.94 \text{ \%}.$$

Esto significa que queda un borde libre de 29.06 %.

Con el caudal calculado y los datos necesarios de topografía y población se realizó el diseño hidráulico de la red. Ver Anexo 2.

### **Consideraciones para el diseño**

Para que la red de alcantarillado sanitario funcione tal y como se diseñó, se necesitará la compra de un tramo de 4m de ancho a lo largo del borde oeste de los barrios para lograr trasladar el caudal hasta la salida por el CASIRA (Ver plano urbanístico en Anexos) y luego llevarla paralelo a la red existente en dirección norte-sur hasta conectarla en el barrio nuevo.

Las áreas de influencia de la colectora se definieron en función de las posibilidades de acopiar todo el caudal en un punto definido (coordenadas: X=10190.950, Y=11204.186, Z= 481.577m) y desde éste conducirlo hasta un punto de la red existente ubicado en el barrio Nuevo (coordenadas: X=10089.904, Y=10752.997, Z= 469.192m), para luego que se anexe este caudal extra a la planta de tratamiento ubicada en el barrio Laborío.

En primera instancia la idea era conectar el sistema a una caja de registro (coordenadas: X=10193.425, Y=11204.117, Z= 481.572) ubicada en el CASIRA, pero esta tiene una profundidad de 1.20m y se llegaba con una profundidad de pozo de 7.35m, es por esto que hubo la necesidad de conectarla un poco mas adelante ya que se tenía pendiente a favor.

En el caso de la profundidad de los Pozos de Visita Sanitario (PVS), se dejó algunos con profundidades menores de 0.80 m, quedando inclusive uno de 0.30 m de profundidad. Esto se realizó para no tener mucha profundidad en los pozos siguientes ya que las condiciones del terreno indican una contrapendiente muy pronunciada entre los PI 51-56-59-62-63-64-65-66 (ver plano de control horizontal y topografía en anexos), pero éste no será un problema ya que quedarán en el tramo que se propone comprar, por lo tanto no habrá ningún esfuerzo producido por vehículo.

## CAPITULO III

### COSTO DEL PROYECTO

#### Consideraciones generales

Para la realización del presente presupuesto se tomó las siguientes consideraciones:

- El banco de materiales que se usará, está ubicado en la entrada a la comunidad de San Juanillo, aproximadamente a 7.5 km al Sur-Este del sitio del proyecto.
- La norma establece que el ancho de la excavación debe ser de  $0.45 \pm D$ , para este caso se utilizó un ancho de la excavación de 0.70m en aquellos tramos con profundidades de 0m a 3.50m, y para aquellos tramos con profundidades mayores a los 3.50m el ancho de la excavación será de 1m. Esto se hace con el objetivo de facilitar la excavación, el uso de equipos adecuados para hacerla y para que haya una mayor ventilación y claridad para el operario.

Para esto se tomó como referencia la siguiente tabla:

DIÁMETRO NOMINAL		PROFUNDIDAD DEL FONDO DE LA CEPA (H)										
Centímetros	Pulgadas	hasta de 1.25 m	de 1.26m a 1.75 m	de 1.76m a 2.25 m	de 2.26m a 2.75 m	de 2.76m a 3.25 m	de 3.26m a 3.75 m	de 3.76m a 4.25 m	de 4.26m a 4.75 m	de 4.76m a 5.25 m	de 5.26m a 5.75 m	de 5.76m a 6.25 m
15	6	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
20	8	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
25	10		70	70	70	70	70	75	75	75	80	80
30	12		75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
38	15		90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
45	18		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
61	24			135	135	135	135	135	135	135	135	135
76	30			155	155	155	155	155	155	155	155	155
91	36				175	175	175	175	175	175	175	175
107	42				190	190	190	190	190	190	190	190
122	48				210	210	210	210	210	210	210	210
152	60					245	245	245	245	245	245	245
183	72						280	280	280	280	280	280
213	84						320	320	320	320	320	320
144	96							360	360	360	360	360

**Tabla 2. Ancho libre de excavación para tuberías.**

**Fuente:** García Rivero José Luis. (2008). Manual técnico de construcción. 4ª edición. Editorial Fernando Porrúa. México D.F.

- De acuerdo a estudios de suelo realizados en la zona tanto por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) como por la Alcaldía Municipal, se maneja que 0-1.20m el material es limo arcilloso y de 1.20 en adelante ya se encuentra el estrato rocoso.
- Para calcular los volúmenes tanto de excavación y relleno, se tomó un factor de abundamiento de 1.30 debido a que en la zona el material es bastante rocoso. Para esto se tomó como referencia la siguiente tabla:

	MATERIAL	FACTOR ABUNDAMIENTO
1	Tierra (material tipo I o II), tepetate, arcilla, limo.	1.30
2	Arena, grava.	1.12
3	Concreto, piedra, mamposterías, suelo (material tipo III)	1.50

**Tabla 3. Factores de abundamiento por tipo de material.**

**Fuente:** García Rivero José Luis. (2008). Manual técnico de construcción. 4ª edición. Editorial Fernando Porrúa. México D.F.

- Se considera que el agua a usar será proporcionada por Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) con un costo de C\$ 20 el m<sup>3</sup> de agua.
- Para calcular la cantidad de material sobrante se consideró que toda roca con diámetro mayor a los 20 cm no se utilizará para el relleno. Es por esta razón que del material excavado, el 60% se utilizará y el restante 40% se botará.
- El material sobrante se depositará en los terrenos del vertedero municipal localizado en el barrio Puertas del Cielo, ubicado a 4km del sitio del proyecto.
- Para el presupuesto se tomó como referencia la siguiente tabla de renta horaria de equipos según la NIMAC.

<b>Alquiler de Equipos de Construcción</b>								
Cargadora frontal con cucharón de 2.25 yds cúbicas	HORA	924F	853	852.60	852.60	852.60	0.00	<a href="#">NIMAC</a>
Cargadora frontal modelo con cucharón de 2.2 mts C.	HORA	928G	914	913.50	913.50	913.50	0.00	<a href="#">NIMAC</a>
Excavadora, cucharón de 1.2 mts cúbicos	HORA	320CL	812	812.00	812.00	812.00	0.00	<a href="#">NIMAC</a>
Martillo de romper a gasolina	DIARIO	BH 23	609	609.00	609.00	609.00	0.00	<a href="#">NIMAC</a>
Mini cargador Caterpillar, cucharón de 0.40 mts. C.	HORA	232	284	284.20	284.20	284.20	0.00	<a href="#">NIMAC</a>
Vibroapisonador	DIARIO	BS600	609	609.00	609.00	609.00	0.00	<a href="#">NIMAC</a>

Tabla 4. Costo del alquiler de quipos. Fuente: Cámara Nicaragüense de la Construcción. Junio 2010.

- Se considerará un 10% de imprevisto aplicado al costo directo (CD).
- Los costos de administración serán un 10% del costo directo.
- Los costos de supervisión será de 8% del costo directo.
- Se calculó las utilidades de la siguiente manera:

Utilidades: 10% de CD+ADM.+IMPREVISTOS.

- Las prestaciones sociales se estiman en un 39.6% del total devengado directo en mano de obra, desglosada de la siguiente manera:

Aguinaldo: $1/12 = 8.33\%$
Vacaciones : $1/12 = 8.33\%$
7mo. Día : $1/6 = 16.66\%$
Inss Patronal : 6.28%

- La cantidad de materiales es la siguiente:

TAKE OFF		
Material	U/M	Cant
Aceite quemado	Gls	27
Acero #3 (3/8)	qq	7
Acero #4 (1/2)	qq	13
Acero #6 (3/4)	qq	8
Alambre de amarre # 18	Lb	90
Arena	M <sup>3</sup>	581
Cemento	Bolsa	1850
Cerradura de pelota	C/U	1
Clavos de 2 ½"	Lb	1,515
Codo a 45° de 4" de PVC	C/U	228
Madera de pino de 1" x 3"	P <sup>2</sup> v	1,713
Madera de pino de 2" x 2"	P <sup>2</sup> v	3195
Madera de pino de 2" x 5"	P <sup>2</sup> v	642.6
Madera de pino de 1" x 8"	P <sup>2</sup> v	1,506
Malla de construcción ligera	Rollo	18
Material selecto explotado	m <sup>3</sup>	3402.02
Ladrillos trapezoidales de 2"x3"x8"	C/U	245,518
Ladrillo cuarterón	C/U	6000
Lámina de zinc ondulado cal. 26 de 12 pies	C/U	60
Pega para PVC	Gls	8
Pernos para techo de 2 x 14	C/U	480
Piedra Triturada	M <sup>3</sup>	141
Reductor Liso de PVC de 6" x 4"	C/U	228
Tapas de polivinilo de 0.60 m de diámetro	C/U	77
Tubos PVC SDR-41 de 4"	M	305
Tubos PVC SDR-41 de 6"	M	1,125

**Tabla 5. Materiales a ocupar en la ejecución del proyecto.**

**Fuente:** Elaboración propia. Febrero 2012

### **Costo total del proyecto:**

EL costo general del proyecto es de **US\$ 849,152.09 (Ochocientos Cuarenta y Nueve Mil Ciento Cincuenta y dos con 09/100 Dólares).**



PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCION Y TRANSPORTE DE AGUAS RESIDUALES EN LOS BARRIOS: METAPA, LUZ MARINA, FINLANDIA Y VILLA HERMOSA												
EN EL CASCO URBANO DE CIUDAD DARIO-MATAGALPA												
PRESUPUESTO FINAL DE MATERIALES, MANO DE OBRA, TRANSPORTE Y EQUIPOS												
COSTOS EN DOLARES: RED DE DISTRIBUCION + LAGUNA DE OXIDACION + REPARACIONES EN LA PTAR												
DESCRIPCIÓN	U / M	CANT.	COSTO	COSTOS UNITARIOS				SUB TOTALES				TOTAL U\$
			UNIT.	Mat.	M / Obra	Transp.	Equipos	MATERIAL	M / OBRA	TRANSP.	EQUIPO	
<b>PRELIMINARES</b>	<b>GLB</b>	<b>1.00</b>	<b>5,141.70</b>					<b>2,087.00</b>	<b>872.70</b>	<b>182.00</b>	<b>2,000.00</b>	<b>5,141.70</b>
Limpieza inicial	m2	1,038.00	0.40		0.40		-	-	415.20	-	-	415.20
Rotulo Alusivo del Proyecto	c/u	1.00	877.00	625.00	190.00	62.00	-	625.00	190.00	62.00	-	877.00
Facilidades Temporales (Champas)	glb	1.00	1,300.00	1,100.00	125.00	75.00	-	1,100.00	125.00	75.00	-	1,300.00
Instalaciones Provisionales de Energía Eléctrica	glb	1.00	482.00	320.00	125.00	37.00	-	320.00	125.00	37.00	-	482.00
Instalaciones Provisionales de Agua Potable	glb	1.00	67.50	42.00	17.50	8.00	-	42.00	17.50	8.00	-	67.50
Letrina Provisional desmontables	mes	8.00	250.00	-	-	-	250.00	-	-	-	2,000.00	2,000.00
Trazo y Nivelacion	ml	6,609.00	0.65	-	0.40	0.10	0.15	-	2,643.60	660.90	991.35	4,295.85
<b>RED DE ALCANTARILLADO</b>	<b>ML</b>	<b>6,609.00</b>	<b>68.54</b>					<b>150,425.12</b>	<b>224,129.11</b>	<b>17,331.30</b>	<b>61,083.92</b>	<b>452,969.45</b>
<b>Trazos y Roturas de andén de concreto</b>	<b>M2</b>	<b>284.64</b>	<b>41.11</b>					<b>7,303.86</b>	<b>2,191.73</b>	<b>498.12</b>	<b>1,707.84</b>	<b>11,701.55</b>
Rotura y Reposicion de andén	m2	284.64	41.11	25.66	7.70	1.75	6.00	7,303.86	2,191.73	498.12	1,707.84	11,701.55
<b>Excavacion para tuberia</b>	<b>M3</b>	<b>10,320.96</b>	<b>14.04</b>					<b>-</b>	<b>99,732.28</b>	<b>-</b>	<b>45,208.13</b>	<b>144,940.40</b>
Excavacion de 0.00 a 1.20m En Suelo Arcilloso	m3	5,373.35	5.50	-	5.00	-	0.50	-	26,866.75	-	2,686.68	29,553.43
Excavacion de 1.21 a 1.50m En Suelo Rocoso	m3	76.87	8.00		6.50		1.50	-	499.66	-	115.31	614.96
Excavacion de 1.51a 2.00m En Suelo Rocoso	m3	360.91	8.50		7.00		1.50	-	2,526.37	-	541.37	3,067.74
Excavacion de 2.01 a 2.50m En Suelo Rocoso	m3	214.63	9.50		7.50		2.00	-	1,609.73	-	429.26	2,038.99
Excavacion de 2.51 a 3.00m En Suelo Rocoso	m3	109.46	10.50		8.00		2.50	-	875.68	-	273.65	1,149.33
Excavacion de 3.01 a 3.50m En Suelo Rocoso	m3	102.08	12.00		9.00		3.00	-	918.72	-	306.24	1,224.96
Excavacion de 3.51 a 4.00m En Suelo Rocoso	m3	424.61	14.50		10.50		4.00	-	4,458.41	-	1,698.44	6,156.85
Excavacion de 4.01 a 4.50m En Suelo Rocoso	m3	429.83	17.00		12.00		5.00	-	5,157.96	-	2,149.15	7,307.11
Excavacion de 4.51 a 5.00m En Suelo Rocoso	m3	435.65	23.00		15.00		8.00	-	6,534.75	-	3,485.20	10,019.95
Excavacion de 5.01 a 5.50m En Suelo Rocoso	m3	2,793.57	30.00		18.00		12.00	-	50,284.26	-	33,522.84	83,807.10



DESCRIPCIÓN	U / M	CANT.	COSTO UNIT.	COSTOS UNITARIOS				SUB TOTALES				TOTAL US
				Mat.	M / Obra	Transp.	Equipos	MATERIAL	M / OBRA	TRANSP.	EQUIPO	
<b>Rellenos</b>	<b>M3</b>	<b>13.833.58</b>	<b>6.87</b>					<b>8,505.05</b>	<b>69,785.93</b>	<b>8,963.02</b>	<b>7,767.30</b>	<b>95,021.29</b>
Relleno Con Material Selecto	m3	3,402.02	11.00	2.50	6.50	1.25	0.75	8,505.05	22,113.13	4,252.53	2,551.52	37,422.22
Relleno con Material de la Excavacion	m3	7,814.62	6.50	-	6.00	-	0.50	-	46,887.72	-	3,907.31	50,795.03
Botar Material Sobrante de la excavacion	m3	2,616.94	2.60		0.30	1.80	0.50	-	785.08	4,710.49	1,308.47	6,804.04
<b>Red de Distribucion</b>	<b>ML</b>	<b>6,609.00</b>	<b>30.46</b>					<b>134,616.21</b>	<b>52,419.17</b>	<b>7,870.17</b>	<b>6,400.66</b>	<b>201,306.21</b>
Tuberia de Ø150mm PVC SDR-41	ml	6,609.00	14.40	12.50	1.50	0.25	0.15	82,612.50	9,913.50	1,652.25	991.35	95,169.60
Excavacion Para Pozos de Visita (Incluye P.V Cabeceros)	m3	3,213.57	6.50	-	6.00	-	0.50	-	19,281.42	-	1,606.79	20,888.21
Pozos de Visita de 0.00 a 1.50 m	c/u	56.00	377.50	275.00	82.50	13.50	6.50	15,400.00	4,620.00	756.00	364.00	21,140.00
Pozos de Visita de 0.00 a 2.00	c/u	8.00	567.50	395.00	145.50	18.50	8.50	3,160.00	1,164.00	148.00	68.00	4,540.00
Pozos de Visita de 0.00 a 3.00 m	c/u	1.00	736.00	475.00	230.00	20.50	10.50	475.00	230.00	20.50	10.50	736.00
Pozos de Visita de 0.00 m a 3.50 m	c/u	4.00	937.50	617.50	285.00	22.50	12.50	2,470.00	1,140.00	90.00	50.00	3,750.00
Pozos de Visita de 0.00 m a 4.00 m	c/u	1.00	1,078.00	715.00	325.00	25.50	12.50	715.00	325.00	25.50	12.50	1,078.00
Pozos de Visita de 0.00 m a 6.00 m	c/u	3.00	1,889.00	1,150.00	675.00	45.50	18.50	3,450.00	2,025.00	136.50	55.50	5,667.00
Pozos de Visita de 0.00 m a 6.50 m	c/u	1.00	2,201.00	1,350.00	750.00	65.50	35.50	1,350.00	750.00	65.50	35.50	2,201.00
Pozos de Visita de 0.00 m a 7.00 m	c/u	1.00	2,405.50	1,475.00	815.00	75.50	40.00	1,475.00	815.00	75.50	40.00	2,405.50
Pozos de Visita de 0.00 m a 8.50 m	c/u	2.00	2,585.50	1,550.00	900.00	85.50	50.00	3,100.00	1,800.00	171.00	100.00	5,171.00
Pruebas Hidrostaticas	ml	6,538.60	1.05	0.60	0.20	0.15	0.10	3,923.16	1,307.72	980.79	653.86	6,865.53
Relleno Para Pozos de Visita	ml	110.62	11.00	2.50	6.50	1.25	0.75	276.55	719.03	138.28	82.97	1,216.82
Botar Material sobrante de Excavacion de Pozos	m3	553.10	5.50			3.50	2.00	-	-	1,935.85	1,106.20	3,042.05
Pruebas de Compactacion	c/u	62.00	35.00		30.00		5.00	-	1,860.00	-	310.00	2,170.00
Domiciliares (67% del total de viviendas proyectadas)	c/u	228.00	99.50	64.00	25.50	6.50	3.50	14,592.00	5,814.00	1,482.00	798.00	22,686.00
Tapas de Concreto para Pozos de Visita	c/u	77.00	33.50	21.00	8.50	2.50	1.50	1,617.00	654.50	192.50	115.50	2,579.50
<b>LIMPIEZA Y ENTREGA</b>	<b>GLB</b>	<b>1.00</b>	<b>3,750.00</b>					<b>1,900.00</b>	<b>1,100.00</b>	<b>375.00</b>	<b>375.00</b>	<b>3,750.00</b>
Limpieza Final	glb	1.00	2,500.00	1,250.00	750.00	250.00	250.00	1,250.00	750.00	250.00	250.00	2,500.00
Entrega y Detalles	glb	1.00	1,250.00	650.00	350.00	125.00	125.00	650.00	350.00	125.00	125.00	1,250.00
<b>Prestaciones sociales 39.6 % de m/obra</b>												<b>89,536.31</b>
<b>Sub total Costo directo</b>												<b>551,397.46</b>
Administración 10% del directo												55,139.75
Imprevistos 10% del directo												55,139.75
Utilidades:10% de CD+ADM +IMPREVISTOS												66,167.70
Supervisión 8% de CD												44,111.80
<b>Total indirectos</b>												<b>220,558.99</b>
Total Directos + Indirectos												<b>771,956.45</b>
Impuesto 1% CD+CI												<b>77,195.64</b>
<b>Total estimado US</b>												<b>849,152.09</b>
Desglose de Prestaciones Sociales												
Aguinaldo: 1/12 = 8.33%												
Vacaciones : 1/12 = 8.33%												
7mo. Dia : 1/6 = 16.66%												
Inss Patronal : 6.28%												
Total 39.6% del total devengado directo en mano de obra												

Tabla 6. Presupuesto del proyecto. Fuente: Elaboración propia. Febrero del 2012.



## CAPITULO IV

### EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

#### Identificación y evaluación del paisaje

La evaluación de los impactos potenciales derivados del desarrollo del proyecto, consiste en la comparación del comportamiento de los impactos identificados durante la etapa de predicción, con criterios de calidad ambiental o normas técnicas ambientales.

El objetivo de la evaluación es determinar la envergadura de los impactos potenciales con el propósito de definir las medidas de mitigación adecuadas, que eviten, reduzcan, controlen o compensen estos impactos, así como para determinar el nivel de estas medidas. El proceso de evaluación de impactos consiste de las siguientes tareas:

- ❖ Identificación de las actividades o acciones del proyecto que puedan resultar en impactos negativos o positivos al medio ambiente.
- ❖ Predicción de cómo estas acciones afectarán los diversos componentes ambientales (Físicos, bióticos y sociales), con base a experiencias previas y juicio profesional).
- ❖ Evaluación de la magnitud e intensidad de cada impacto.

Para identificar todos los impactos del proyecto en sus diferentes etapas, desde los más impactantes hasta los menos impactantes, se utilizó inicialmente la lista de Chequeo.

Como segundo paso y para la identificación de los impactos potenciales se utilizó matrices simples de interacción.

La ponderación de los impactos identificados se realizó con el método de los indicadores.

## **Limites del área de influencia del proyecto**

Los límites de influencia de un proyecto dependen de los factores afectados y el impacto que pueda generarse en la ejecución del mismo. Por tanto, se han clasificado 2 áreas de influencia:

**Área de Influencia Directa:** está definida como la porción de terreno o espacio, que es intervenida o será afectada por los impactos de la actividad por las obras o actividades del proyecto, como por ejemplo: área de construcción, campamentos.

**Área de Influencia Indirecta:** es la porción de terreno o espacio circundante que pueden recibir impacto de forma indirecta de los efectos manifestados en las áreas directamente afectadas por las acciones del proyecto.

Tomando como referencia estas definiciones, se han establecido criterios para determinar las áreas de influencia tanto directa como indirecta del proyecto por las actividades que puedan ejercer transformaciones al medio o efectos acumulativos por impactos generados.

La identificación de estas áreas se hace necesaria para su posterior análisis en la identificación de los impactos y la definición de las medidas de mitigación.

Se han definido 4 factores para la delimitación de las áreas:

Medio físico (agua, aire, suelo).

Medio biótico (vegetación y fauna).

Medio perceptual (estructuras y paisaje).

Medio Socioeconómico.

En base a los factores antes mencionados se determinó las 2 áreas de influencia:

El área de influencia directa del proyecto ha sido establecida como toda el área de Construcción de obras, incluidas aquellas a utilizar en la etapa de construcción como áreas de parqueo de maquinaria, almacenamiento de materiales, entre otros.

Esta área de influencia directa ha sido definida sobre la base de los 4 factores antes mencionados, para lo cual se han analizados los potenciales impactos derivados de la Construcción y operación del proyecto.

### **Medio Físico**

Con respecto a las afectaciones en el aire se ha considerado que los principales problemas estarán relacionados con las partículas de suelo suspendidas en el aire y el ruido producido por los equipos que estén trasladando el material principalmente en la etapa de construcción, así como de la misma excavación. A la misma vez, se generará un impacto positivo ya que se eliminará el hedor producido por las letrinas.

En el caso de las afectaciones al suelo, se considera que es uno de los principales elementos afectados, principalmente en la etapa de construcción del proyecto, debido a las diversas actividades que conllevan una intervención directa en el mismo como son los cortes y nivelación, excavaciones para la colocación de las tuberías.

El otro elemento que será afectado es el agua, ya que este proyecto generará un caudal extra que se anexará a la planta de tratamiento y en consecuencia se unirá a la descarga en el río, y tal como está trabajando la planta actualmente (ver estudio de la calidad del agua en el anexo 5) sería una contaminación mayor la que se provocaría en este cuerpo de agua (para mitigar esta contaminación ver propuestas en el acápite Recomendaciones de este mismo documento).

### **Medio Biótico**

En lo que respecta al medio biótico, existen muy pocas probabilidades de afectar el mismo, ya que en el área donde se construirá no existen especies arbóreas y

animales que se puedan afectar. La única afectación se producirá en la descarga al río, ya que se afectará a las especies de peces u otro tipo de animales cuya vida la desarrollan en este cuerpo de agua.

### **Medio Perceptual**

Sobre el factor perceptivo o belleza escénica del área, se identifica un impacto positivo como resultado de la construcción de las obras, ya que las mismas fueron diseñadas para ofrecer una mejor estética a los barrios ya que se eliminará el problema de las calles llenas de aguas grises.

### **Medio Socioeconómico**

El desarrollo del proyecto contemplará la contratación de personal temporal para la etapa de construcción. Este personal puede ser de la misma comunidad con el fin de generar empleos.

A continuación se describen algunas de las actividades del proyecto que pueden ejercer un impacto, positivo o negativo, sobre el medio ambiente y el entorno socioeconómico del área.

### **Etapas de construcción**

- ❖ Preliminares.
- ❖ Trazo y roturas de carpeta de rodamiento
- ❖ Excavación.
- ❖ Relleno y compactación.
- ❖ Red de distribución.
- ❖ Limpieza final y entrega.

Los principales impactos, tanto positivos y negativos, que son el resultado de las actividades de construcción del Proyecto, estarán relacionados principalmente al

área de influencia directa del proyecto y son similares a los provocados en cualquier proyecto de obras horizontales, pudiendo resumirse de la siguiente manera:

- Alteración geomorfológica
- Alteración de la permeabilidad propia del terreno.
- Compactación de suelos.
- Contaminación del suelo y cuerpo hídrico.
- Alteraciones al paisaje circundante
- Generación de Empleos.
- Riesgo de accidentes laborales.
- Generación de residuos de construcción.
- Afectaciones en el proceso de extracción y transporte de materiales de construcción.

Acciones impactantes	Factores Impactados				
	Aire	Suelo	Agua	Biodiversidad	Socioeconómico
Preliminares.	•	•		•	•
Trazo y roturas de carpeta de rodamiento.	•	•			•
Excavación.	•	•			•
Relleno y compactación.	•	•			•
Red de distribución	•	•			•
Limpieza y entrega final.	•	•			•

**Tabla 7. Factores impactados en cada actividad del proyecto. Fuente: Elaboración propia. Febrero del 2012.**

Como se puede observar en ninguna de las actividades se ve afectada el agua, pero es importante recalcar que todo el proyecto en si el elemento que más se verá afectado es el agua producto de la descarga que utilizará el sistema.

Estudio de impacto ambiental del proyecto “Construcción del sistema de Alcantarillado Sanitario en los barrios: Metapa, Luz Marina, Finlandia y Villa Hermosa en Ciudad Darío-Matagalpa.”						
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS SIN PROYECTO (DESCARGA)					M003	
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO						
		M000				
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO				
			Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración	
FACTOR	COD	C1				
CLIMA	M1	-35	-35	200	-18	
CALIDAD DEL AIRE	M2	-80	-80	600	-13	
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3	-15	-15	800	-2	
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4	-65	-65	500	-13	
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5					
SUELO	M6	-35	-35	700	-5	
VEGETACION	M7	-75	-75	400	-19	
FAUNA	M8	-75	-75			
PAISAJE	M9	-68	-68	300	-23	
RELACIONES ECOLOGICAS	M10	-35	-35	200	-18	
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	M11					
TRANSPORTE	M12	-15	-15	100	-15	
ACUEDUCTO	M13			200		
ALCANTARILLADO	M14			200		
TRATAMIENTO DES. SOLIDOS	M15	-77	-22	200	-11	
HABITAT	M16	-65	-65	200	-33	
ESPACIOS PUBLICOS	M17	-65	-65	200	-33	
PAISAJE URBANO	M18	-16	-16	200	-8	
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	M19					
REGULACIONES URB. Y ARQ.	M20					
SALUD	M21	-45	-45	200	-23	
CALIDAD DE VIDA	M22					
FACTORES SOCIOCULTURALES	M23	-19	-19	200	-10	
VULNERABILIDAD	M24	-55	-55	1000	-6	
ECONOMIA	M25					
RELACIONES DEPENDENCIA	M26					
FUENTES ENERGETICAS	M27					
Valor Medio de Importancia		-49				
Dispersión Típica		24				
Rango de Discriminación		-73				
Valor de la Alteración		-840	-785			
Máximo Valor de Alteración		1500		6400		
Grado de Alteración		-56				-12

Tabla 8. Matriz Causa-Efecto de impactos negativos antes del proyecto. Fuente: Elaboración propia. Febrero del 2012.

Estudio de impacto ambiental del proyecto “Construcción del sistema de Alcantarillado Sanitario en los barrios: Metapa, Luz Marina, Finlandia y Villa Hermosa en Ciudad Darío-Matagalpa.”									
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS								M003	
Factores del medio afectados por el proyecto.		M000							
		ETAPA: CONSTRUCCIÓN							
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO							
		Preliminares	Trazo y rotura de carpeta de rodamiento.	Movimiento de tierra	Red de distribución.	Limpieza final y entrega	Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C5	C6			
CLIMA	M1	-24	-24	-24			-72	200	-36
CALIDAD DEL AIRE	M2	-24	-47	-47		-24	-142	600	-24
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3	-56	-22	-89	-22	-56	-245	800	-31
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4	-27	-47	-55	-19	-22	-170	500	-34
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5						0	0	0
SUELO	M6	-38	-55	-79		-22	-194	700	-28
VEGETACION	M7	-35		-61			-96	400	-24
FAUNA	M8						0	0	0
PAISAJE	M9	-29	-20	-45			-94	300	-31
RELACIONES ECOLOGICAS	M10	-26		-26			-52	200	-26
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	M11				-28		-28	0	0
TRANSPORTE	M12	-23			-22		-45	100	-45
ACUEDUCTO	M13			-74	-25		-99	200	-50
TRATAMIENTO DES. SOLIDOS	M15						0	0	0
HABITAT	M16	-20	-20	-28			-68	200	-34
ESPACIOS PUBLICOS	M17	-41	-41	-41			-123	200	-62
PAISAJE URBANO	M18	-41	-41	-55	-28		-165	200	-83
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	M19						0	0	0
REGULACIONES URB. Y ARQ.	M20						0	0	0
SALUD	M21	-23	-39	-39			-101	200	-51
CALIDAD DE VIDA	M22						0	0	0
FACTORES SOCIOCULTURALES	M23	-19	-19	-19			-57	200	-29
VULNERABILIDAD	M24	-74	-65	-74	-35	-30	-278	1000	-28
ECONOMIA	M25						0	0	0
RELACIONES DEPENDENCIA	M26						0	0	0
FUENTES ENERGETICAS	M27	-55					-55	400	-14
Valor Medio de Importancia		-38							
Dispersión Típica		18							
Rango de Discriminación		-56							
Valor de la Alteración		-555	-440	-756	-179	-154	-2084		
Máximo Valor de Alteración		1500	1400	600	700	300		6400	
Grado de Alteración		-37	-31	-126	-26	-51			-33

Tabla 9. Matriz Causa-Efecto de impactos negativos durante el proyecto. Fuente: Elaboración propia. Febrero del 2012.

**Estudio de impacto ambiental del proyecto "Construcción del sistema de Alcantarillado Sanitario en los barrios: Metapa, Luz Marina, Finlandia y Villa Hermosa en Ciudad Darío-Matagalpa."**

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS CON PROYECTO		M003			
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		M000			
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO			
			Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración
FACTOR	COD	C1			
CLIMA	M1	-45	-45	200	-23
CALIDAD DEL AIRE	M2	-95	-95	600	-16
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3	-15	-15	800	-2
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4	-75	-75	500	-15
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5				
SUELO	M6	-40	-40	700	-6
VEGETACION	M7	-80	-80	400	-20
FAUNA	M8	-80	-80		
PAISAJE	M9	-75	-75	300	-25
RELACIONES ECOLOGICAS	M10	-35	-35	200	-18
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	M11				
TRANSPORTE	M12	-15	-15	100	-15
ACUEDUCTO	M13			200	
ALCANTARILLADO	M14			200	
TRATAMIENTO DES. SOLIDOS	M15	-82	-22	200	-11
HABITAT	M16	-70	-70	200	-35
ESPACIOS PUBLICOS	M17	-65	-65	200	-33
PAISAJE URBANO	M18	-15	-15	200	-8
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	M19				
REGULACIONES URB. Y ARQ.	M20				
SALUD	M21	-40	-40	200	-20
CALIDAD DE VIDA	M22				
FACTORES SOCIOCULTURALES	M23	-19	-19	200	-10
VULNERABILIDAD	M24	-55	-55	1000	-6
ECONOMIA	M25				
RELACIONES DEPENDENCIA	M26				
FUENTES ENERGETICAS	M27				
Valor Medio de Importancia		-53			
Dispersión Típica		27			
Rango de Discriminación		-80			
Valor de la Alteración		-901	-841		
Máximo Valor de Alteración		1500		6400	
Grado de Alteración		-60			-13




Tabla 10. Matriz Causa-Efecto de impactos negativos después del proyecto. Fuente: Elaboración propia. Febrero del 2012.



### En el caso de los negativos

Valor por encima del rango		IMPACTOS CRITICOS
Valor dentro del rango		IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango		IMPACTOS IRRELEVANTES

### En el caso de los positivos

Valor por encima del rango		IMPACTOS RELEVANTES
Valor dentro del rango		IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango		IMPACTOS IRRELEVANTES

## CAPITULO V

### EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

#### Supuestos de evaluación

##### Tasa de descuento

El Sistema Nacional de Inversiones Públicas (**SNIP**) de la Secretaría Técnica del poder Ciudadano de la Presidencia de la República(**SETEC**), establece que la tasa de descuento más apropiada para la evaluación de los proyectos de inversión pública es del **12 %**. En ese sentido, se tomará como referencia y medición de la rentabilidad del proyecto.

##### Tasa de cambio

Esta tasa se rige por el cambio oficial que publica el Banco Central de Nicaragua. Para fines prácticos de la evaluación se tomó el oficial promedio al mes de Marzo del 2012 de **23.39 córdobas por un dólar**, dado que se estimó las inversiones en moneda dólar y la evaluación económica en dólares.

##### Tasa de incremento en costos

Para nuestros fines de evaluación se tomó la que maneja el FISE, una tasa de incremento en costos del **0.5 %** anual, la cual es aceptable.

##### Tarifa de agua

El INAA es el encargado de aprobar las tarifas de agua potable y alcantarillado sanitario. La Empresa Aguadora de Matagalpa AMAT propone sus tarifas de acuerdo a las inversiones que se tengan planeadas a realizar en los acueductos. En este caso se toma el promedio del costo por m<sup>3</sup> de agua potable distribuida, el cual corresponde a **C\$ 5.7** córdobas para el m<sup>3</sup> consumido o facturado.

### **Tarifa de energía eléctrica**

Unión FENOSA brinda una tarifa comercial. Para fines de la evaluación se tomó una tarifa promedio de **C\$ 2.70** el **kwh** consumido o facturado. Estos valores fueron tomados de los datos operativos de AMAT.

### **Ahorro por mejora en salud**

Con la reducción de los casos de enfermedades de origen hídrico, el estado y los hogares nicaragüenses se ahorran costos por cura y medicamentos. Para fines de la evaluación se estimó costos económicos de **C\$ 550.0 córdobas** por caso de **EDA**(Enfermedades Diarreicas) y **C\$ 850.0 córdobas** por caso de **IRA**(Infecciones Respiratorias). De registros del SILAIS Matagalpa se tomó la tasa de ocurrencia por cada 10,000 habitantes en el Municipio ocurridos en este año. En el caso de **EDA** resultó de **121** y para **IRA** fue de **2,646**.

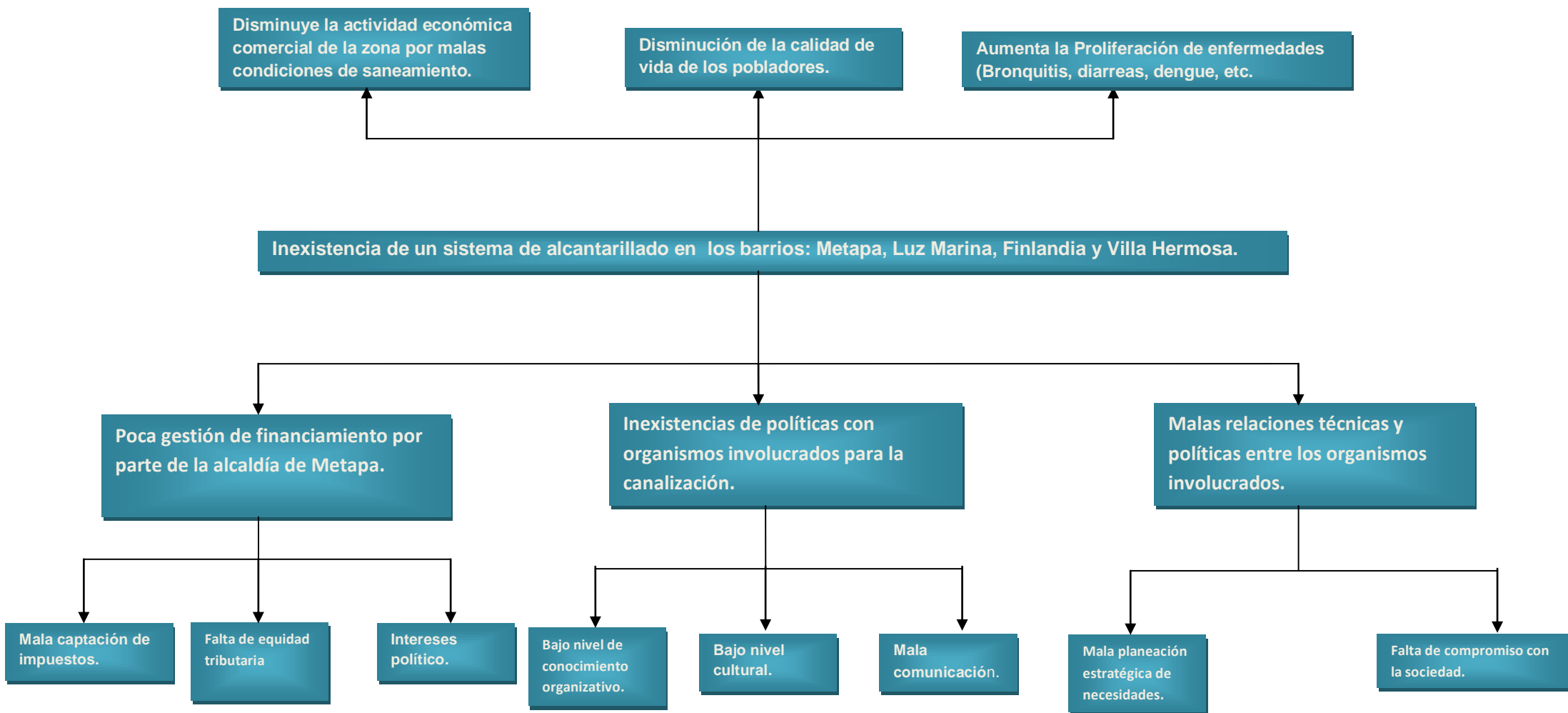
### **Incremento de valor de la propiedad**

Con fines de estimar un valor económico como incremento en el valor de las propiedades, se estableció que estas podrían subir hasta un **15 %** de su valor original al instalar cada servicio básico ya sea agua potable o alcantarillado sanitario. Al establecer los dos servicios se estará incrementando en un **30 %** el valor original, establecido como promedio base del costo de una propiedad en **US\$ 1,250** dólares americanos.

## Análisis de la participación

<b>Beneficiarios Directos</b>	<b>Beneficiarios Indirectos</b>	<b>Excluidos/Neutrales</b>	<b>Perjudicados/Oponentes potenciales</b>
Pobladores de los barrios Metapa, Luz Marina, Finlandia y Villa Hermosa: Sector domésticos y sector comercial.	Alcaldía, MINSA, ENACAL, MTI  MI FAMILIA  Líderes comunales.	Pobladores de los otros barrios de la zona urbana de ciudad Darío.	Líderes comunales de los otros barrios de ciudad Darío.

## ARBOL DE PROBLEMAS



## Cálculo de la relación Beneficio/Costo

El costo del proyecto es de: U\$ 849,152.09.

Tasa de interés social= 0.12

INDICADORES DE LA FISE

Costo de construcción	Rural disperso(US\$ máximo)
costo por beneficiario	180

Nota: este costo por

beneficiario abarca el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario.

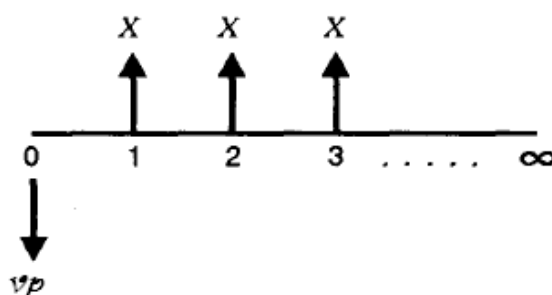
Se tomará la media de este costo por beneficiario puesto que el proyecto social solamente abarca la construcción de la red de alcantarillado público, y no el servicio de agua potable puesto que este ya existe en los barrios en estudio.

Cantidad de beneficiarios= 2,154 habitantes.

Media= U\$ 180/2 = U\$ 90.

Inversión = (U\$ 90)(2,154) = U\$193,860.

El CAUE de los beneficios ya es conocido y es de U\$193,860 anuales. El CAUE del costo del proyecto se puede calcular asumiendo que los U\$ 849,152.09 corresponden al valor presente de una serie infinita **X** ya que el sistema de alcantarillado sanitario es un proyecto perpetuo, por tal razón se utilizará la ecuación para proyectos con vida útil infinita.



La fórmula del valor presente para una anualidad infinita es:

$$VP = \frac{X}{i} \text{ y al despejar } X = VP(i)$$

$X = (U\$ 849,152.09)(0.12).$

$X = U\$101,898.25.$

Para calcular la relación beneficio costo se divide el beneficio económico entre la inversión.

$$\text{RBC} = \text{U\$193,860} / \text{U\$101,898.25} = 1.9.$$

Como se puede observar la relación Beneficio-Costo es mayor que 1. Por esta razón el proyecto de construcción de la red de alcantarillado sanitario en los barrios: Metapa, Luz Marina, Finlandia y Villa Hermosa es factible, puesto que genera empleos, mejora la calidad de vida de los pobladores, disminuye la proliferación de las enfermedades, hay un mayor desarrollo en la comunidad.

## 8. RESULTADOS

- ❖ La red de alcantarillado sanitario existente cubre aproximadamente el 30% de la población. El sistema propuesto se conectará al sistema que conduce el agua hacia la planta de tratamiento No.1 ubicada en el barrio Laborío.
- ❖ De acuerdo a la topografía, el sistema trabajará completamente por gravedad con orientación de Este-Oeste y luego una línea principal la conducirá hasta el punto de conexión.
- ❖ El diseño se realizó eficientemente obteniéndose los siguientes resultados:

Variable	Cantidad
Longitud total de red.	6,609 ml
Población total a servir.	2,154 Habitantes
Material.	PVCSDR-41
Diámetro.	6 Pulgadas
Cantidad de PVS	77 Unidades

Tabla 11. Resultados del diseño. Fuente: Elaboración propia. Febrero del 2012.

- ❖ EL costo general del proyecto es de **US\$ 849,152.09 (Ochocientos Cuarenta y Nueve Mil Ciento Cincuenta y dos con 09/100 Dólares).**
- ❖ El parámetro que se utilizó para la evaluación económica fue la relación B/C el cual da un valor de 1.9.



## 9. CONCLUSIONES

- ❖ La red de alcantarillado sanitario se dimensionó para una cobertura del 100% de la población del área en estudio.
- ❖ El sistema ha sido diseñado para el drenaje solamente de aguas residuales proveniente de los hogares y no del agua pluvial. El sistema se conducirá por gravedad hasta el punto donde se conectará para luego ser conducido a la planta de tratamiento No.1 ubicada en el barrio Laborío.
- ❖ Analizando las condiciones actuales de la planta, esta, presta las condiciones para anexar el nuevo caudal ya que tiene una eficiencia del 55.2%. En cuanto a la calidad del agua que sale de la planta hacia el río, actualmente no presta las condiciones ya que no está trabajando a toda su capacidad. Por esta razón antes de realizar la construcción del sistema, se debe mejorar las condiciones de la planta (Ver anexo 4 de análisis de la calidad del agua).
- ❖ El costo total del proyecto es de **US\$ 849,152.09 (Ochocientos Cuarenta y Nueve Mil Ciento Cincuenta y dos con 09/100 Dólares)**. Desde el punto de vista económico-social, el proyecto es factible ya que la relación B/C es mayor a 1 puesto que genera empleos, mejora la calidad de vida de los pobladores, disminuye la proliferación de las enfermedades, hay un mayor desarrollo en la comunidad.

## 10. RECOMENDACIONES

- Que instituciones como La Alcaldía Municipal de Ciudad Darío, La Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), El Ministerio de la Salud (MINSA), La Policía Municipal, se encarguen de concientizar a la población acerca del uso adecuado del alcantarillado sanitario. Así también sean quienes se encarguen de supervisar que los pobladores estén cumpliendo con lo establecido.
- Poner a funcionar la planta de tratamiento de manera que ejerza su función de tratar las aguas residuales tal y como se proyectó de inicio. Para este caso será necesario dar mantenimiento a las dos unidades de filtros, cajas de demasía que actualmente no están operando y a las dos unidades de fosa séptica.
- Mejorar las rejillas de las cajas de demasía.
- Mejorar el sistema de operación y mantenimiento con que actualmente cuentan las unidades de filtros, ya que no es el más adecuado.
- Construcción de un desarenador con el objetivo de mejorar la calidad del agua que se esta descargando en el río.
- Realizar un mantenimiento correctivo en general a la planta, anualmente.

## 11. BIBLIOGRAFIA

Baca Guillermo. Ingeniería Económica. Octava edición. Editorial Politécnico Grancolombiano. Santafé de Bogotá.

Bernal C.A. (2006). Metodología de la investigación. 2<sup>da</sup> edición. México, Pearson Educación de México, S.A de C.V.

Fondo de inversión social de emergencia (FISE). (2010). Guía de costos-Nuevo FISE. Managua, Nicaragua: Nuevo FISE.

Fondo de inversión social de emergencia (FISE). (2010). Catalogo de etapas y subetapas. Managua, Nicaragua: Nuevo FISE.

García Rivero José Luis. (2008). Manual técnico de construcción. 4<sup>a</sup> edición. Editorial Fernando Porrúa. México D.F.

Gutiérrez I.X; Rugama A.S; Rodríguez H.N. (2010). Diseño de la red de alcantarillado sanitario del barrio Monte Sinaí de la ciudad de Estelí para un periodo de 20 años (2009-2029). Managua, Nicaragua.

Instituto Nacional de información de desarrollo (INIDE). (2008). Ciudad Darío en Cifras. Managua, Nicaragua: Gobierno de reconciliación y unidad nacional.

Instituto Nicaragüense de acueductos y Alcantarillado Sanitario (INAA). (2001). Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales. Managua, Nicaragua: Gobierno de la república.

Juárez B.E & Rico R.A. (2007). Mecánica de suelos I,II Fundamentos de la mecánica de suelos. 2<sup>da</sup> edición. México: Editorial Limusa, S.A. de C.V.

Ministerio del ambiente y recursos naturales MARENA. Curso de evaluación de impacto ambiental. Bluefields, Nicaragua.

Murray R.S. (1991). Estadística. 2<sup>da</sup> edición. México: McGraw-Hill.

Ortega, Corea, E. (1953). Proyecto de Planta de Tratamiento de Aguas Negras para una Población de 10000 habitantes. México.

Paul R.W & Russell C.B. (1997). Topografía. 9a edición. México: Alfaomega Grupo editores, S.A. de C.V.

Rolim, Mendoça, S. (2000). Sistemas de Lagunas de Estabilización. Brasil.

Tarquin, Anthony y Blank, Leland. (1999). Ingeniería Económica. Cuarta edición. McGraw-Hill. México D.F.

Tirado V.R. (2010). Apuntes de Ingeniería Sanitaria. Managua, Nicaragua.

Tirado V.R. (2009). Estudio de la calidad del agua para su reutilización en el riego Agrícola o consumo humano. Managua, Nicaragua.

Torres N.A & Villate B.E. (2001). Topografía. 4ª edición. Bogotá, Colombia: Editorial escuela colombiana de ingeniería.

### **Web grafía**

<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/15HombAmb/150ImpAmb.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos13/impac/impac.shtml>

<tdx.cat/bitstream/handle/10803/6830/04Lag104de09.pdf?sequence=4>

[www.ccad.ws/documentos/legislacion/GT/A-15-10.pdf](http://www.ccad.ws/documentos/legislacion/GT/A-15-10.pdf)

## 12. GLOSARIO

**Aforo:** Es una serie de operaciones que se realizan para determinar la cantidad de agua que pasa por una sección dada en un tiempo determinado.

**Aguas residuales:** Aguas provenientes del uso doméstico.

**Agua tratada:** Agua cuya calidad ha sido mejorada mediante procesos de tratamientos químicos y naturales. Esta calidad debe ajustarse a lo establecido por normas.

**Aguas pluviales:** Aguas provenientes de la lluvia.

**Bypass:** Válvula que sirve para retener el paso del agua cuando sea necesario.

**Caudal:** Flujo de agua que pasa por una sección en una unidad de tiempo.

**Conexiones domiciliarias:** Tubería que conecta las descargas de aguas residuales de las edificaciones, desde la caja de registro, hasta las tuberías recolectoras del alcantarillado sanitario

**Diseño:** Actividad creativa y técnica encaminados a idear objetos útiles y estéticos que pueden llegar a producirse en series.

**Eficiencia:** Capacidad con la que opera un sistema.

**Factibilidad:** Se entiende por “posibilidad de” o la “conveniencia de” realizar un proyecto.

**Lagunas de oxidación:** Las lagunas de oxidación son excavaciones de poca profundidad en el cual se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos que conviven en forma simbiótica y eliminan en forma natural patógenos relacionados con excrementos humanos, sólidos en suspensión y

materia orgánica, causantes de enfermedades tales como el cólera, el parasitismo, la hepatitis y otras enfermedades gastrointestinales.

**Pozo de visita sanitario (PVS):** Estructuras utilizadas para cambio de alineación horizontal o vertical en la tubería, en todo cambio de diámetro y en las intersecciones de dos o más alcantarillas.

**Presupuesto:** Cantidad de dinero que se calcula o se dispone para un fin.

**Sistema de alcantarillado sanitario:** conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a recoger, evacuar, acondicionar y descargar las aguas usadas provenientes de un sistema de suministro de agua.

## 13. ANEXOS

### Anexo 1. Memoria de cálculo para la realización del aforo

Cuadro de cálculo:

**Columna 1:** número de veces que se midió el tirante hidráulico en el transcurso del día.

**Columna 2:** intervalo de tiempo entre cada medición. Para este caso se realizó cada media hora comenzando de la seis de la mañana a las seis de la tarde.

**Columna 3:** diámetro de la tubería existente.

**Columna 4:** diámetro de la tubería existente – el tirante hidráulico.

Columna 4= columna 3- columna 5

**Columna 5:** tirante hidráulico medido.

**Columna 6:** tirante hidráulico entre el diámetro de la tubería.

Columna 6= col 5/ col 3

**Columna 7:** coeficiente de rugosidad de la tubería existente definida por el tipo de material. Ver tabla 15.

**Columna 8:** pendiente de la tubería de entrada al PVS existente.

**Columna 9:** velocidad de diseño de la tubería dada por la ecuación:

$$V=1/n*S^{1/2}*(R_H)^{2/3}$$

**Columna 10:** caudal de diseño de la tubería dado por la ecuación:  $Q= V* A$

**Columna 11:** caudal que pasa por la tubería se obtiene multiplicando la columna 9 \* la columna 13.

**Columna 12:** área total de la tubería se calcula con la siguiente expresión:

$$(3.1416 * D^2)/4$$

**Columna 13:** área que ocupa el tirante hidráulico medido en la tubería:

$$\frac{1}{8}(\theta - \text{sen}\theta) * D^2$$

**Columna 14:** se calcula mediante la formula:  $4\sin^{-1}(\frac{y}{D})^{\frac{1}{2}}$

**Columna 15:** relación de caudal que está en dependencia del tirante hidráulico. Se encuentra a través de la tabla 13.

**Columna 16:** se obtiene al multiplicar la columna 15 \* columna 10

**Columna 17:** está en dependencia del tirante hidráulico. Se encuentra atravez de la tabla 12.

**Columna 18:** resulta de multiplicar la columna 9 \* columna 17.

Aforo Planta No.1 Barrio Laborío. Diámetro 10 pulgadas.						Fecha: 11/01/12		
No	Intervalo de tiempo	Diam (m)	lectura libre (m)	lectura húmeda (m)	Y/D	n	S (%)	$V=1/n \cdot S^{1/2} \cdot (R_H)^{2/3}$
1	6:00	0.25	0.130	0.120	0.480	0.009	0.26	0.89
2	6:30	0.25	0.130	0.120	0.480	0.009	0.26	0.89
3	7:00	0.25	0.130	0.120	0.480	0.009	0.26	0.89
4	7:30	0.25	0.113	0.137	0.548	0.009	0.26	0.89
5	8:00	0.25	0.099	0.151	0.604	0.009	0.26	0.89
6	8:30	0.25	0.100	0.150	0.600	0.009	0.26	0.89
7	9:00	0.25	0.100	0.150	0.600	0.009	0.26	0.89
8	9:30	0.25	0.090	0.160	0.640	0.009	0.26	0.89
9	10:00	0.25	0.105	0.145	0.580	0.009	0.26	0.89
10	10:30	0.25	0.096	0.154	0.616	0.009	0.26	0.89
11	11:00	0.25	0.095	0.155	0.620	0.009	0.26	0.89
12	11:30	0.25	0.092	0.158	0.632	0.009	0.26	0.89
13	12:00	0.25	0.102	0.148	0.592	0.009	0.26	0.89
14	12:30	0.25	0.112	0.138	0.552	0.009	0.26	0.89
15	1:00	0.25	0.125	0.125	0.500	0.009	0.26	0.89
16	1:30	0.25	0.140	0.110	0.440	0.009	0.26	0.89
17	2:00	0.25	0.143	0.107	0.428	0.009	0.26	0.89
18	2:30	0.25	0.130	0.120	0.480	0.009	0.26	0.89
19	3:00	0.25	0.133	0.117	0.468	0.009	0.26	0.89
20	3:30	0.25	0.130	0.120	0.480	0.009	0.26	0.89
21	4:00	0.25	0.130	0.120	0.480	0.009	0.26	0.89
22	4:30	0.25	0.150	0.100	0.400	0.009	0.26	0.89
23	5:00	0.25	0.153	0.097	0.388	0.009	0.26	0.89
24	5:30	0.25	0.148	0.102	0.408	0.009	0.26	0.89
25	6:00	0.25	0.135	0.115	0.460	0.009	0.26	0.89

Aforo Planta No.1 Barrio Laborío. Diámetro 10 pulgadas.						Fecha: 11/01/12		
Q (LPS)	Q <sub>Am</sub> (LPS)	Área de la tubería	Área mojada	Θ	Q <sub>D</sub> /Q <sub>U</sub>	Q <sub>D</sub>	V <sub>D</sub> /V <sub>U</sub>	V <sub>U</sub>
43.80	20.79	0.05	0.02	3.06	0.53	23.21	0.865	0.77
43.80	20.79	0.05	0.02	3.06	0.53	23.21	0.865	0.77
43.80	20.79	0.05	0.02	3.06	0.53	23.21	0.865	0.77
43.80	24.54	0.05	0.03	3.33	0.62	27.16	0.908	0.81
43.80	27.66	0.05	0.03	3.56	0.68	29.78	0.936	0.84



43.80	27.48	0.05	0.03	3.54	0.67	29.35	0.931	0.83
43.80	27.48	0.05	0.03	3.54	0.67	29.35	0.931	0.83
43.80	29.62	0.05	0.03	3.71	0.72	31.54	0.955	0.85
43.80	26.32	0.05	0.03	3.46	0.65	28.47	0.922	0.82
43.80	28.29	0.05	0.03	3.61	0.69	30.22	0.941	0.84
43.80	28.55	0.05	0.03	3.63	0.7	30.66	0.945	0.84
43.80	29.18	0.05	0.03	3.68	0.71	31.10	0.951	0.85
43.80	27.04	0.05	0.03	3.51	0.67	29.35	0.931	0.83
43.80	24.81	0.05	0.03	3.35	0.62	27.16	0.908	0.81
43.80	21.86	0.05	0.02	3.14	0.56	24.53	0.88	0.79
43.80	18.56	0.05	0.02	2.90	0.48	21.02	0.84	0.75
43.80	17.93	0.05	0.02	2.85	0.46	20.15	0.83	0.74
43.80	20.79	0.05	0.02	3.06	0.53	23.21	0.865	0.77
43.80	20.08	0.05	0.02	3.01	0.51	22.34	0.855	0.76
43.80	20.79	0.05	0.02	3.06	0.53	23.21	0.865	0.77
43.80	20.79	0.05	0.02	3.06	0.53	23.21	0.865	0.77
43.80	16.33	0.05	0.02	2.74	0.42	18.40	0.806	0.72
43.80	15.70	0.05	0.02	2.69	0.4	17.52	0.796	0.71
43.80	16.77	0.05	0.02	2.77	0.43	18.83	0.81	0.72
43.80	19.63	0.05	0.02	2.98	0.5	21.90	0.85	0.76

25.12

**Tabla 12. Aforo realizado a la planta de tratamiento No1. Fuente: Elaboración propia. Realizado el 11 de enero del 2012.**

Aforo Planta No.1 Barrio Laborío. Diámetro 10 pulgadas. Fecha: 12/01/12								
No	Intervalo de tiempo	Diam (m)	lectura libre (m)	lectura húmeda (m)	Y/D	n	S (%)	$V=1/n \cdot S^{1/2x} (R_H)^{2/3}$
1	6:00	0.25	0.149	0.101	0.404	0.009	0.26	0.89
2	6:30	0.25	0.130	0.120	0.480	0.009	0.26	0.89
3	7:00	0.25	0.127	0.123	0.492	0.009	0.26	0.89
4	7:30	0.25	0.113	0.137	0.548	0.009	0.26	0.89
5	8:00	0.25	0.115	0.135	0.540	0.009	0.26	0.89
6	8:30	0.25	0.103	0.147	0.588	0.009	0.26	0.89
7	9:00	0.25	0.103	0.147	0.588	0.009	0.26	0.89
8	9:30	0.25	0.100	0.150	0.600	0.009	0.26	0.89
9	10:00	0.25	0.110	0.140	0.560	0.009	0.26	0.89
10	10:30	0.25	0.105	0.145	0.580	0.009	0.26	0.89
11	11:00	0.25	0.104	0.146	0.584	0.009	0.26	0.89
12	11:30	0.25	0.111	0.139	0.556	0.009	0.26	0.89
13	12:00	0.25	0.126	0.124	0.496	0.009	0.26	0.89
14	12:30	0.25	0.144	0.106	0.424	0.009	0.26	0.89
15	1:00	0.25	0.144	0.106	0.424	0.009	0.26	0.89
16	1:30	0.25	0.135	0.115	0.460	0.009	0.26	0.89
17	2:00	0.25	0.135	0.115	0.460	0.009	0.26	0.89

18	2:30	0.25	0.134	0.116	0.464	0.009	0.26	0.89
19	3:00	0.25	0.150	0.100	0.400	0.009	0.26	0.89
20	3:30	0.25	0.150	0.100	0.400	0.009	0.26	0.89
21	4:00	0.25	0.150	0.100	0.400	0.009	0.26	0.89
22	4:30	0.25	0.145	0.105	0.420	0.009	0.26	0.89
23	5:00	0.25	0.158	0.092	0.368	0.009	0.26	0.89
24	5:30	0.25	0.148	0.102	0.408	0.009	0.26	0.89
25	6:00	0.25	0.135	0.115	0.460	0.009	0.26	0.89

Aforo Planta No.1 Barrio Laborío. Diámetro 10 pulgadas.					Fecha: 12/01/12			
Q (LPS)	Q <sub>Am</sub> (LPS)	Área de la tubería	Área mojada	Ø	Q <sub>D</sub> /Q <sub>U</sub>	Q <sub>D</sub>	V <sub>D</sub> /V <sub>U</sub>	V <sub>U</sub>
43.80	16.60	0.05	0.02	2.76	0.42	18.40	0.81	0.72
43.80	20.79	0.05	0.02	3.06	0.53	23.21	0.87	0.77
43.80	21.41	0.05	0.02	3.11	0.55	24.09	0.88	0.78
43.80	24.54	0.05	0.03	3.33	0.62	27.16	0.91	0.81
43.80	24.09	0.05	0.03	3.30	0.61	26.72	0.90	0.81
43.80	26.77	0.05	0.03	3.50	0.66	28.91	0.93	0.83
43.80	26.77	0.05	0.03	3.50	0.66	28.91	0.93	0.83
43.80	27.48	0.05	0.03	3.54	0.68	29.78	0.94	0.84
43.80	25.25	0.05	0.03	3.38	0.63	27.59	0.91	0.81
43.80	26.32	0.05	0.03	3.46	0.65	28.47	0.92	0.82
43.80	26.59	0.05	0.03	3.48	0.66	28.91	0.93	0.83
43.80	24.98	0.05	0.03	3.37	0.63	27.59	0.91	0.81
43.80	21.68	0.05	0.02	3.13	0.55	24.09	0.88	0.78
43.80	17.67	0.05	0.02	2.84	0.45	19.71	0.82	0.73
43.80	17.67	0.05	0.02	2.84	0.45	19.71	0.82	0.73
43.80	19.63	0.05	0.02	2.98	0.50	21.90	0.85	0.76
43.80	19.63	0.05	0.02	2.98	0.50	21.90	0.85	0.76
43.80	19.81	0.05	0.02	3.00	0.51	22.34	0.86	0.76
43.80	16.33	0.05	0.02	2.74	0.42	18.40	0.81	0.72
43.80	16.33	0.05	0.02	2.74	0.42	18.40	0.81	0.72
43.80	16.33	0.05	0.02	2.74	0.42	18.40	0.81	0.72
43.80	17.49	0.05	0.02	2.82	0.45	19.71	0.82	0.73
43.80	14.63	0.05	0.02	2.61	0.37	16.21	0.78	0.69
43.80	16.77	0.05	0.02	2.77	0.43	18.83	0.81	0.72
43.80	19.63	0.05	0.02	2.98	0.50	21.90	0.85	0.76
						23.25		

Tabla 13. Aforo realizado a la planta de tratamiento No.1. Fuente: Elaboración propia. Elaborado el 12 de enero del 2012.

## **Anexo 2. Memoria de cálculo para el diseño hidráulico**

Cuadro de cálculo.

A continuación se presenta de forma detallada columna por columna, la metodología empleada para los cálculos necesarios para la realización del diseño hidráulico de la red.

**Columna 1:** Representa el número de tramos que va a tener la red.

**Columna 2 y 3:** Numeración de los colectores, tanto inicial como final.

**Columna 4:** Longitud servida. Corresponde a la longitud entre cada colector.

**Columna 5:** Longitud acumulada.

Se acumula la longitud de drenaje de los colectores aguas arriba del colector en estudio más la longitud del tramo en estudio.

Por ejemplo:

$$L_{2-4} = L_{1-2} + L_{2-4}.$$

$$L_{2-4} = 40.92\text{m} + 39.97\text{m} = 80.89\text{m}.$$

**Columna 6:** Población servida.

Para esta columna hay que tomar en cuenta la dotación de habitantes por vivienda. Esta columna se calcula multiplicando la dotación por el número de viviendas que se conectarán al tramo.

**Columna 7:** Población acumulada.

Esta se calcula de la misma forma que para la longitud acumulada.

Por ejemplo:

$$P_{2-4} = P_{1-2} + P_{2-4}.$$

$$P_{2-4} = 8 \text{ habt} + 4 \text{ habt} = 12 \text{ habt}.$$

**Columna 8:** Factor de Harmon.

Se calcula de la siguiente manera:

$$F_h = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{Col\ 7}{1000}}}$$

**Columna 9:** Factor de Harmon usado para el diseño.

En esta columna se coloca el factor de Harmon que se utilizará para el diseño. La norma recomienda que este valor debe estar comprendido entre 1.8 y 3. Si el valor calculado en la columna 8 es menor a 1.8 se coloca 1.8 en la columna 9, y si es mayor a 3 entonces se coloca 3.

**Columna 10:** Caudal medio.

Se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Columna 10} = \frac{\text{Columna 7} * 0.8 * \text{Dotación}}{86,400}$$

Dotación = 100.

**Columna 11:** Caudal Máximo.

El caudal máximo se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Columna 11} = \text{Columna 9} * \text{Columna 10}.$$

**Columna 12:** Caudal mínimo.

La norma recomienda que el caudal mínimo sea 1/5 del caudal medio.

$$\text{Columna 12} = (1/5) * \text{Columna 10}.$$

**Columna 13:** Caudal institucional.

Primero se determina el caudal institucional de todo el sistema. Tomando el 7% del caudal máximo según lo establece la norma.

$$Q_{\text{inst}} = 0.26.$$

Para cada tramo, el caudal institucional se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Columna 13} = (0.26 * 7\%) * (\text{Columna 5} / 6,609).$$

#### **Columna 14: Caudal comercial.**

El caudal comercial se calcula de la misma manera que el caudal institucional por lo tanto:

Columna 14= Columna 13.

#### **Columna 15: Caudal de infiltración.**

Para calcular el caudal de infiltración, primero será necesario calcular el caudal de infiltración de todo el sistema.

Este caudal esta en dependencia del agua pluvial que puede introducirse por medio de las tapas de los pozos de visita sanitario, así como en las tuberías por conexiones ilícitas. Según las normas técnicas de ENACAL se asigna un gasto de 2 Lts/hora/100m de tubería.

$$Q_{inf} = \frac{2 \text{ Lts}}{3600 \text{ seg}} \times \frac{6609 \text{ m}}{100 \text{ m}} = 0.05 \text{ l/s.}$$

Una vez calculado el caudal de infiltración para todo el tramo. Se procede a calcular el caudal de infiltración para cada tramo de la siguiente manera:

$$\text{Columna 15} = \frac{0.05 * \text{Columna 5}}{6609}.$$

#### **Columna 16: Caudal de diseño.**

El caudal de diseño es el resultado de la suma del caudal máximo, caudal institucional, caudal comercial y caudal de infiltración.

Columna 16 = Columna 11 + Columna 13 + Columna 14 + Columna 15.

#### **Columna 17: Pendiente del terreno.**

Para la pendiente del terreno se toma en cuenta las elevaciones del terreno, de la parte donde inicia el tramo hasta la parte donde termina. La pendiente del terreno se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Columna 17} = \frac{\text{Columna 33} - \text{Columna 34}}{\text{Columna 4}}.$$

**Columna 18:** Pendiente de la tubería.

La elevación de la tubería se determinó empleando la elevación corona de la tubería. El valor en esta columna se calcula inicialmente de 0.8m-1m de la profundidad a la clave. Este valor puede ser alterado posteriormente de acuerdo a las condiciones hidráulicas mas favorables para el sistema y tomando en cuenta una pendiente de fondo de 5cm en cada pozo de visita y garantizando una pendiente mínima de 0.5% en todo el sistema con la finalidad que se produzca una tensión de arrastre la suficientemente necesaria para un autolavado en la tubería.

La pendiente en la tubería se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Columna 18} = \frac{\text{Columna 35} - \text{Columna 36}}{\text{Columna 4}}.$$

**Columna 19:** Diámetro calculado.

El diámetro de la tubería se calcula de acuerdo a la ecuación de Manning.

$$\text{Columna 19} = 1.548 \left( \frac{n * \text{Columna 16}}{\sqrt{\text{Columna 18}}} \right)^{3/8}$$

Donde n= 0.009 para tuberías de PVC.

**Columna 20:** Diámetro calculado en pulgadas.

**Columna 21:** Diámetro comercial en mm.

**Columna 22:** Diámetro comercial en pulgadas.

Se utiliza la columna 19 como guía para la selección del diámetro, la norma recomienda que el caudal mínimo debe ser de 6 pulgadas (150 mm).

**Columna 23:** Caudal a tubo lleno.

Se calcula utilizando la siguiente fórmula.

$$Q = 0.312 * (Dc^{8/3} * \sqrt{S}) / n.$$

$$\text{Columna 23} = 0.312 * ((\text{Columna 20}/1000)^{8/3} * \sqrt{\text{Columna 18}}) / n.$$

**Columna 24:** Relación entre caudal a tubo lleno y caudal comercial.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Columna 24} = \frac{\text{Columna 16}}{\text{Columna 23}}.$$

**Columna 25:** Velocidad a tubo lleno.

Para determinar esta velocidad se emplea la siguiente fórmula:

$$V = \frac{4 * Qll}{\pi * Dc^2}.$$

$$\text{Columna 25} = \frac{4 * (\frac{\text{Columna 22}}{1000})}{\pi * (\frac{\text{Columna 20}}{1000})^2}.$$

**Columna 26:** Relación entre velocidad de diseño y la velocidad a tubo lleno que se encuentran en la tabla 12.

**Columna 27:** Relación entre la lámina de agua de la tubería y el diámetro de la tubería.

Esta columna se encuentra usando la tabla 12 y están en dependencia de la columna 24.

**Columna 28:** Velocidad real en m/s.

Esta velocidad se encuentra de la siguiente manera:

$$\text{Columna 28} = \text{Columna 25} * \text{Columna 26}.$$

**Columna 29:** Altura de velocidad en metros.

Se calcula mediante la formula  $\frac{V^2}{2g}$ .

$$\text{Columna 29} = \frac{(\text{Columna 28})^2}{2g}.$$

**Columna 30:** Lámina de agua en metros.

Se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Columna 30} = (\text{Columna 27}) * (\text{Columna 21})/1000.$$

**Columna 31:** Energía específica en metros.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Columna 31} = \text{columna 29} + \text{columna 30}.$$

**Columna 32:** Profundidad Hidráulica en metros.

Se calcula multiplicando el diámetro comercial con la relación H/D obtenido de la tabla 13.

$$\text{Columna 32} = \frac{\text{Columna 21}}{1000} * \frac{H}{D}.$$

**Columna 33:** Número de Froude. NF

Se calcula usando la siguiente ecuación:

$$NF = \frac{V}{\sqrt{gH}}.$$



$$\text{Columna 33} = \frac{\text{Columna 28}}{\sqrt{g * \text{Columna 32}}}.$$

**Columna 34:** Elevación del terreno del pozo inicial.

**Columna 35:** Elevación del terreno del pozo final.

**Columna 36:** Elevación corona o cota clave al pozo de visita sanitario inicial.

Para los colectores iniciales se tomará una profundidad de 0.80m. Para el resto de pozos de visita estará en dependencia de la profundidad a la que se quiera empatar y la necesaria para lograr la tensión de arrastre necesaria. Se calcula restando la columna 34 y la profundidad deseada para cumplir los criterios anteriormente mencionados. Para los pozos que no son cabeceros se le restara 5cm, esto se debe a que se le dejara una pendiente de fondo para facilitar el drenaje.

**Columna 37:** Elevación corona o cota clave al pozo de visita sanitario final.

Se calcula de la misma manera que en la columna anterior. Para esta se toma como referencia la columna 35.

**Columna 38:** Elevación invert o cota batea en el PVS inicial.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Columna 38} = \text{columna 36} - \text{columna 21}.$$

**Columna 39:** Elevación invert o cota batea en el PVS final.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Columna 39} = \text{columna 37} - \text{columna 21}.$$

**Columna 40:** Elevación energía o cota de energía del PVS inicial.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Columna 40} = \text{columna 38} + \text{columna 31}.$$

**Columna 41:** Elevación energía o cota de energía del PVS final.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Columna 41} = \text{columna 39} + \text{columna 31}.$$

**Columna 42:** Profundidad corona en el PVS inicial.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Columna 42} = \text{columna 34} + \text{columna 36}.$$

**Columna 43:** Profundidad corona en el PVS final.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Columna 43} = \text{columna 35} + \text{columna 37}.$$

**Columna 44:** Tensión de arrastre en  $\text{N/m}^2$ .

Se calcula usando la siguiente formula:

$$\text{Columna 44} = 1001 * 9.81 * \frac{(\text{columna 20})/1000}{4}.$$

Tramo	PVS		Longitud		Población		Fh	Factor	Caudales						
	De	A	Serv	Acum	Serv	Acum			Qm	Qmax	Qmin	Qins	Qcom	Qinf	Qd
	Nº	Nº	m	m	hab	hab			(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	2	40.92	39.72	12	12	4.41	3	0.0111	0.0333	0.0022	0.0001	0.0001	0.0002	0.0338
2	2	4	39.97	79.69	6	18	4.39	3	0.0167	0.0500	0.0033	0.0003	0.0003	0.0004	0.0509
3	4	6	39.26	118.95	18	36	4.34	3	0.0333	0.1000	0.0067	0.0004	0.0004	0.0006	0.1013
4	6	8	29.52	148.47	6	42	4.33	3	0.0389	0.1167	0.0078	0.0005	0.0005	0.0007	0.1183
5	18	19	97.57	97.57	30	30	4.35	3	0.0278	0.0833	0.0056	0.0003	0.0003	0.0005	0.0844
6	19	20	91.88	189.45	42	72	4.28	3	0.0667	0.2000	0.0133	0.0006	0.0006	0.0009	0.2021
7	21	20	51.88	51.88	30	30	4.35	3	0.0278	0.0833	0.0056	0.0002	0.0002	0.0002	0.0839
8	20	22	89.09	330.42	30	132	4.21	3	0.1222	0.3667	0.0244	0.0011	0.0011	0.0016	0.3704
9	22	8	94.14	424.56	0	132	4.21	3	0.1222	0.3667	0.0244	0.0014	0.0014	0.0020	0.3714
10	8	9	20.51	593.54	6	180	4.16	3	0.1667	0.5000	0.0333	0.0019	0.0019	0.0028	0.5066
11	9	11	50.05	643.59	12	192	4.15	3	0.1778	0.5333	0.0356	0.0021	0.0021	0.0030	0.5405
12	11	13	3.5	647.09	0	192	4.15	3	0.1778	0.5333	0.0356	0.0021	0.0021	0.0031	0.5406
13	23	24	92.88	92.88	36	36	4.34	3	0.0333	0.1000	0.0067	0.0003	0.0003	0.0004	0.1010
14	24	25	93.54	186.42	60	96	4.25	3	0.0889	0.2667	0.0178	0.0006	0.0006	0.0009	0.2688
15	25	26	19.16	205.58	0	96	4.25	3	0.0889	0.2667	0.0178	0.0007	0.0007	0.0010	0.2690
16	26	27	20.95	226.53	0	96	4.25	3	0.0889	0.2667	0.0178	0.0007	0.0007	0.0011	0.2692
17	27	28	47.78	274.31	54	150	4.19	3	0.1389	0.4167	0.0278	0.0009	0.0009	0.0013	0.4197
18	22	28	73.77	73.77	36	36	4.34	3	0.0333	0.1000	0.0067	0.0002	0.0002	0.0003	0.1008
19	28	13	96.11	444.19	0	186	4.16	3	0.1722	0.5167	0.0344	0.0014	0.0014	0.0021	0.5216
20	13	14	42.48	1133.76	6	384	4.03	3	0.3556	1.0667	0.0711	0.0037	0.0037	0.0054	1.0793

Pendiente		Diámetro calculado		Diámetro comercial		QII	Qd/QII	VII	Vd/VII	d/D	V	V <sup>2</sup> /2g	d
Terreno	Tubería												
%	%	mm	pulg	mm	pulg	(lps)		m/s			m/s	m	m
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0.34	0.83	13.6752	0.5384	150	6	20.07	0.0017	1.14	0.292	0.092	0.33	0.006	0.01
0.53	0.90	15.7080	0.6184	150	6	20.90	0.0024	1.18	0.292	0.092	0.35	0.006	0.01
1.45	0.82	20.7211	0.8158	150	6	19.88	0.0051	1.12	0.292	0.092	0.33	0.006	0.01
0.85	1.02	21.0719	0.8296	150	6	22.20	0.0053	1.26	0.292	0.092	0.37	0.007	0.01
-0.06	0.66	20.1546	0.7935	150	6	17.83	0.0047	1.01	0.292	0.092	0.29	0.004	0.01
3.37	2.56	21.6642	0.8529	150	6	35.22	0.0057	1.99	0.292	0.092	0.58	0.017	0.01
1.06	1.06	18.3778	0.7235	150	6	22.67	0.0037	1.28	0.292	0.092	0.37	0.007	0.01
1.20	1.14	31.6102	1.2445	150	6	23.56	0.0157	1.33	0.362	0.124	0.48	0.012	0.02
3.22	3.38	25.8337	1.0171	150	6	40.47	0.0092	2.29	0.292	0.092	0.67	0.023	0.01
0.00	0.73	38.6678	1.5224	150	6	18.83	0.0269	1.07	0.400	0.148	0.43	0.009	0.02
0.04	0.74	39.5384	1.5566	150	6	18.93	0.0285	1.07	0.400	0.148	0.43	0.009	0.02
0.00	1.43	34.9451	1.3758	150	6	26.32	0.0205	1.49	0.362	0.124	0.54	0.015	0.02
-0.27	0.70	21.2990	0.8385	150	6	18.42	0.0055	1.04	0.292	0.092	0.30	0.005	0.01
4.34	3.32	22.9503	0.9036	150	6	40.15	0.0067	2.27	0.292	0.092	0.66	0.022	0.01
7.46	7.20	19.8596	0.7819	150	6	59.10	0.0046	3.34	0.292	0.092	0.98	0.049	0.01
2.72	2.48	24.2583	0.9551	150	6	34.69	0.0078	1.96	0.292	0.092	0.57	0.017	0.01
-1.42	0.77	35.6490	1.4035	150	6	19.38	0.0217	1.10	0.362	0.124	0.40	0.008	0.02
1.41	2.90	16.3014	0.6418	150	6	37.50	0.0027	2.12	0.292	0.092	0.62	0.020	0.01
2.09	1.94	32.5731	1.2824	150	6	30.63	0.0170	1.73	0.362	0.148	0.63	0.020	0.02
4.17	1.69	43.8613	1.7268	150	6	28.67	0.0376	1.62	0.427	0.165	0.69	0.024	0.02

E	H	NF											T
			De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	
m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	N/m²
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
0.02	0.01	1.35	487.37	487.23	486.57	486.23	486.42	486.08	486.44	486.10	0.8	1	3.06
0.02	0.01	1.41	487.23	487.02	486.18	485.82	486.03	485.67	486.05	485.69	1.05	1.2	3.32
0.02	0.01	1.34	487.02	486.45	485.77	485.45	485.62	485.3	485.64	485.32	1.25	1	3.00
0.02	0.01	1.49	486.45	486.2	485.4	485.1	485.25	484.95	485.27	484.97	1.05	1.1	3.74
0.02	0.01	1.20	493.34	493.4	492.54	491.9	492.39	491.75	492.41	491.77	0.8	1.5	2.42
0.03	0.01	2.37	493.4	490.3	491.85	489.5	491.7	489.35	491.73	489.38	1.55	0.8	9.42
0.02	0.01	1.53	490.85	490.3	490.05	489.5	489.9	489.35	489.92	489.37	0.8	0.8	3.90
0.03	0.01	1.54	490.3	489.23	489.45	488.43	489.3	488.28	489.33	488.31	0.85	0.8	4.22
0.04	0.01	2.72	489.23	486.2	488.38	485.2	488.23	485.05	488.27	485.09	0.85	1	12.44
0.03	0.02	1.10	486.2	486.2	485.05	484.9	484.9	484.75	484.93	484.78	1.15	1.3	2.69
0.03	0.02	1.11	486.2	486.18	484.85	484.48	484.7	484.33	484.73	484.36	1.35	1.7	2.72
0.03	0.01	1.72	486.18	486.18	484.43	484.38	484.28	484.23	484.31	484.26	1.75	1.8	5.26
0.02	0.01	1.24	493.32	493.57	492.52	491.87	492.37	491.72	492.39	491.74	0.8	1.7	2.58
0.04	0.01	2.70	493.57	489.51	491.82	488.71	491.67	488.56	491.71	488.60	1.75	0.8	12.24
0.06	0.01	3.98	489.51	488.08	488.66	487.28	488.51	487.13	488.57	487.19	0.85	0.8	26.52
0.03	0.01	2.33	488.08	487.51	487.23	486.71	487.08	486.56	487.11	486.59	0.85	0.8	9.14
0.03	0.01	1.26	487.51	488.19	486.66	486.29	486.51	486.14	486.54	486.17	0.85	1.9	2.85
0.03	0.01	2.52	489.23	488.19	488.43	486.29	488.28	486.14	488.31	486.17	0.8	1.9	10.68
0.04	0.01	2.00	488.19	486.18	486.24	484.38	486.09	484.23	486.13	484.27	1.95	1.8	7.13
0.05	0.02	1.79	486.18	484.41	484.33	483.61	484.18	483.46	484.23	483.51	1.85	0.8	6.24

Tramo	PVS		Longitud		Población		Fh	Factor	Caudales						
	De	A	Serv	Acum	Serv	Acum			Qm	Qmax	Qmin	Qins	Qcom	Qinf	Qd
	Nº	Nº	m	m	hab	hab			(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
21	14	16	49.94	1183.7	0	384	4.03	3	0.3556	1.0667	0.0711	0.0038	0.0038	0.0056	1.0799
22	29	30	82.24	82.24	18	18	4.39	3	0.0167	0.0500	0.0033	0.0003	0.0003	0.0004	0.0509
23	24	30	88.65	88.65	18	18	4.39	3	0.0167	0.0500	0.0033	0.0003	0.0003	0.0004	0.0510
24	30	31	93.8	264.69	30	66	4.29	3	0.0611	0.1833	0.0122	0.0009	0.0009	0.0013	0.1863
25	31	32	92.61	357.3	24	90	4.26	3	0.0833	0.2500	0.0167	0.0012	0.0012	0.0017	0.2540
26	28	32	90.78	90.78	42	42	4.33	3	0.0389	0.1167	0.0078	0.0003	0.0003	0.0004	0.1177
27	32	16	96.73	544.81	48	180	4.16	3	0.1667	0.5000	0.0333	0.0018	0.0018	0.0026	0.5061
28	16	35	40.53	1769.04	12	576	3.94	3	0.5333	1.6000	0.1067	0.0057	0.0057	0.0084	1.6198
29	33	34	93.06	93.06	96	96	4.25	3	0.0889	0.2667	0.0178	0.0003	0.0003	0.0004	0.2677
30	34	35	93.41	186.47	84	180	4.16	3	0.1667	0.5000	0.0333	0.0006	0.0006	0.0009	0.5021
31	44	45	28.77	28.77	24	24	4.37	3	0.0222	0.0667	0.0044	0.0001	0.0001	0.0001	0.0670
32	45	46	29.05	57.82	30	54	4.31	3	0.0500	0.1500	0.0100	0.0002	0.0002	0.0003	0.1506
33	46	47	31.153	88.973	42	96	4.25	3	0.0889	0.2667	0.0178	0.0003	0.0003	0.0004	0.2677
34	47	36	12.47	101.443	6	102	4.24	3	0.0944	0.2833	0.0189	0.0003	0.0003	0.0005	0.2845
35	35	36	45.1	2000.61	24	780	3.87	3	0.7222	2.1667	0.1444	0.0065	0.0065	0.0095	2.1890
36	36	37	25.71	2127.763	0	882	3.83	3	0.8167	2.4500	0.1633	0.0069	0.0069	0.0101	2.4738
37	2	3	79.1	79.1	30	30	4.35	3	0.0278	0.0833	0.0056	0.0003	0.0003	0.0004	0.0842
38	3	5	43.52	122.62	0	30	4.35	3	0.0278	0.0833	0.0056	0.0004	0.0004	0.0006	0.0847
39	4	5	79.96	79.96	72	72	4.28	3	0.0667	0.2000	0.0133	0.0003	0.0003	0.0004	0.2009
40	5	7	37.96	240.54	0	102	4.24	3	0.0944	0.2833	0.0189	0.0008	0.0008	0.0011	0.2860

Pendiente		Diámetro calculado		Diámetro comercial		QII	Qd/QII	VII	Vd/VII	d/D	V	V <sup>2</sup> /2g	d
Terreno	Tubería												
%	%	mm	pulg	mm	pulg	(lps)		m/s			m/s	m	m
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3.60	5.11	35.6750	1.4045	150	6	49.76	0.0217	2.82	0.362	0.124	1.02	0.053	0.02
0.00	0.73	16.3444	0.6435	150	6	18.81	0.0027	1.06	0.292	0.092	0.31	0.005	0.01
3.80	3.46	12.2116	0.4808	150	6	40.98	0.0012	2.32	0.292	0.092	0.68	0.023	0.01
3.71	3.02	20.3711	0.8020	150	6	38.25	0.0049	2.16	0.292	0.092	0.63	0.020	0.01
4.59	4.54	21.1988	0.8346	150	6	46.89	0.0054	2.65	0.292	0.092	0.77	0.031	0.01
6.30	6.30	14.9362	0.5880	150	6	55.27	0.0021	3.13	0.292	0.092	0.91	0.043	0.01
-0.14	0.63	39.7412	1.5646	150	6	17.49	0.0289	0.99	0.400	0.148	0.40	0.008	0.02
-1.38	0.72	60.0366	2.3636	150	6	18.63	0.0870	1.05	0.520	0.232	0.55	0.015	0.03
4.56	4.56	21.6021	0.8505	150	6	47.00	0.0057	2.66	0.292	0.092	0.78	0.031	0.01
0.48	2.25	31.2202	1.2291	150	6	33.02	0.0152	1.87	0.362	0.124	0.68	0.023	0.02
5.18	5.18	12.5441	0.4939	150	6	50.11	0.0013	2.84	0.292	0.092	0.83	0.035	0.01
3.41	2.55	19.4180	0.7645	150	6	35.15	0.0043	1.99	0.292	0.092	0.58	0.017	0.01
-0.58	0.55	32.1572	1.2660	150	6	16.27	0.0165	0.92	0.362	0.124	0.33	0.006	0.02
-5.69	0.72	31.2197	1.2291	150	6	18.71	0.0152	1.06	0.362	0.124	0.38	0.007	0.02
4.59	3.04	51.2542	2.0179	150	6	38.38	0.0570	2.17	0.473	0.196	1.03	0.054	0.03
6.11	0.66	71.4180	2.8117	150	6	17.91	0.1382	1.01	0.668	0.687	0.68	0.023	0.10
3.96	3.70	14.5549	0.5730	150	6	42.38	0.0020	2.40	0.292	0.092	0.70	0.025	0.01
0.67	0.55	20.8469	0.8207	150	6	16.35	0.0052	0.93	0.292	0.092	0.27	0.004	0.01
3.89	3.39	20.5037	0.8072	150	6	40.54	0.0050	2.29	0.292	0.092	0.67	0.023	0.01
3.00	2.87	24.1473	0.9507	150	6	37.31	0.0077	2.11	0.292	0.092	0.62	0.019	0.01

E	H	NF											T
			De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	
m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	N/m²
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
0.07	0.01	3.25	484.41	482.61	483.56	481.01	483.41	480.86	483.48	480.93	0.85	1.6	18.80
0.02	0.01	1.27	490.2	490.2	489.4	488.8	489.25	488.65	489.27	488.67	0.8	1.4	2.69
0.04	0.01	2.76	493.57	490.2	491.87	488.8	491.72	488.65	491.76	488.69	1.7	1.4	12.75
0.03	0.01	2.57	490.2	486.72	488.75	485.92	488.6	485.77	488.63	485.80	1.45	0.8	11.11
0.04	0.01	3.15	486.72	482.47	485.87	481.67	485.72	481.52	485.76	481.56	0.85	0.8	16.70
0.06	0.01	3.72	488.19	482.47	487.39	481.67	487.24	481.52	487.30	481.58	0.8	0.8	23.20
0.03	0.02	1.02	482.47	482.61	481.62	481.01	481.47	480.86	481.50	480.89	0.85	1.6	2.32
0.05	0.02	1.13	482.61	483.17	480.96	480.67	480.81	480.52	480.86	480.57	1.65	2.5	2.63
0.04	0.01	3.16	487.86	483.62	487.06	482.82	486.91	482.67	486.95	482.71	0.8	0.8	16.78
0.04	0.01	2.15	483.62	483.17	482.77	480.67	482.62	480.52	482.66	480.56	0.85	2.5	8.28
0.05	0.01	3.37	482.69	481.2	481.89	480.4	481.74	480.25	481.79	480.30	0.8	0.8	19.07
0.03	0.01	2.36	481.2	480.21	480.35	479.61	480.2	479.46	480.23	479.49	0.85	0.6	9.38
0.02	0.01	1.06	480.21	480.39	479.56	479.39	479.41	479.24	479.43	479.26	0.65	1	2.01
0.03	0.01	1.22	480.39	481.1	479.34	479.25	479.19	479.1	479.22	479.13	1.05	1.85	2.66
0.08	0.02	2.37	483.17	481.1	480.62	479.25	480.47	479.1	480.55	479.18	2.55	1.85	11.19
0.13	0.03	1.23	481.1	479.53	479.2	479.03	479.05	478.88	479.18	479.01	1.9	0.5	2.43
0.04	0.01	2.85	487.33	484.2	486.33	483.4	486.18	483.25	486.22	483.29	1	0.8	13.64
0.02	0.01	1.10	484.2	483.91	483.35	483.11	483.2	482.96	483.22	482.98	0.85	0.8	2.03
0.04	0.01	2.73	487.02	483.91	485.82	483.11	485.67	482.96	485.71	483.00	1.2	0.8	12.48
0.03	0.01	2.51	483.91	482.77	483.06	481.97	482.91	481.82	482.94	481.85	0.85	0.8	10.57



Tramo	PVS		Longitud		Población		Fh	Factor	Caudales						
	De	A	Serv	Acum	Serv	Acum			Qm	Qmax	Qmin	Qins	Qcom	Qinf	Qd
	Nº	Nº	m	m	hab	hab			(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
41	6	7	81.13	81.13	72	72	4.28	3	0.0667	0.2000	0.0133	0.0003	0.0003	0.0004	0.2009
42	7	10	53.05	374.72	0	174	4.17	3	0.1611	0.4833	0.0322	0.0012	0.0012	0.0018	0.4875
43	9	10	79.6	79.6	72	72	4.28	3	0.0667	0.2000	0.0133	0.0003	0.0003	0.0004	0.2009
44	10	12	43.32	497.64	0	246	4.11	3	0.2278	0.6833	0.0456	0.0016	0.0016	0.0024	0.6889
45	11	12	78.52	78.52	72	72	4.28	3	0.0667	0.2000	0.0133	0.0003	0.0003	0.0004	0.2009
46	12	15	51.12	627.28	0	318	4.07	3	0.2944	0.8833	0.0589	0.0020	0.0020	0.0030	0.8903
47	14	15	70.55	70.55	66	66	4.29	3	0.0611	0.1833	0.0122	0.0002	0.0002	0.0003	0.1841
48	15	17	51.19	749.02	0	384	4.03	3	0.3556	1.0667	0.0711	0.0024	0.0024	0.0035	1.0750
49	16	17	65.26	65.26	54	54	4.31	3	0.0500	0.1500	0.0100	0.0002	0.0002	0.0003	0.1507
50	17	37	92.39	906.67	0	438	4.00	3	0.4056	1.2167	0.0811	0.0029	0.0029	0.0043	1.2268
51	37	48	113.54	3147.973	0	1320	3.72	3	1.2222	3.6667	0.2444	0.0102	0.0102	0.0149	3.7019
52	48	49	16.86	3164.833	0	1320	3.72	3	1.2222	3.6667	0.2444	0.0102	0.0102	0.0150	3.7021
53	38	39	29.2	29.2	12	12	4.41	3	0.0111	0.0333	0.0022	0.0001	0.0001	0.0001	0.0337
54	39	41	57.77	86.97	12	24	4.37	3	0.0222	0.0667	0.0044	0.0003	0.0003	0.0004	0.0676
55	40	41	89.04	89.04	48	48	4.32	3	0.0444	0.1333	0.0089	0.0003	0.0003	0.0004	0.1343
56	41	42	8.06	184.07	0	72	4.28	3	0.0667	0.2000	0.0133	0.0006	0.0006	0.0009	0.2021
57	42	43	87.18	271.25	18	90	4.26	3	0.0833	0.2500	0.0167	0.0009	0.0009	0.0013	0.2530
58	43	44	93.07	364.32	78	168	4.17	3	0.1556	0.4667	0.0311	0.0012	0.0012	0.0017	0.4707
59	44	50	102.13	466.45	6	174	4.17	3	0.1611	0.4833	0.0322	0.0015	0.0015	0.0022	0.4885
60	50	49	55.15	521.6	24	198	4.15	3	0.1833	0.5500	0.0367	0.0017	0.0017	0.0025	0.5558

Pendiente		Diámetro calculado		Diámetro comercial		QII	Qd/QII	VII	Vd/VII	d/D	V	V <sup>2</sup> /2g	d
Terreno	Tubería												
%	%	mm	pulg	mm	pulg	(lps)		m/s			m/s	m	m
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
4.54	4.29	19.6183	0.7724	150	6	45.61	0.0044	2.58	0.292	0.092	0.75	0.029	0.01
0.17	0.55	40.2521	1.5847	150	6	16.28	0.0299	0.92	0.400	0.148	0.37	0.007	0.02
4.42	4.11	19.7772	0.7786	150	6	44.63	0.0045	2.53	0.292	0.092	0.74	0.028	0.01
0.28	0.51	46.4617	1.8292	150	6	15.69	0.0439	0.89	0.427	0.148	0.38	0.007	0.02
4.61	3.97	19.9006	0.7835	150	6	43.89	0.0046	2.48	0.292	0.092	0.73	0.027	0.01
0.88	1.17	43.7174	1.7212	150	6	23.86	0.0373	1.35	0.427	0.148	0.58	0.017	0.02
3.26	4.11	19.1390	0.7535	150	6	44.64	0.0041	2.53	0.292	0.092	0.74	0.028	0.01
3.71	2.05	42.2567	1.6636	150	6	31.54	0.0341	1.78	0.400	0.148	0.71	0.026	0.02
3.68	2.15	20.0578	0.7897	150	6	32.25	0.0047	1.83	0.292	0.092	0.53	0.014	0.01
0.74	0.57	56.3840	2.2198	150	6	16.68	0.0736	0.94	0.492	0.210	0.46	0.011	0.03
0.60	0.47	88.6764	3.4912	150	6	15.04	0.2461	0.85	0.836	0.760	0.71	0.026	0.11
0.30	0.59	84.7840	3.3380	150	6	16.96	0.2183	0.96	0.795	0.740	0.76	0.030	0.11
3.94	3.94	10.2013	0.4016	150	6	43.70	0.0008	2.47	0.292	0.092	0.72	0.027	0.01
1.68	1.59	15.7053	0.6183	150	6	27.79	0.0024	1.57	0.292	0.092	0.46	0.011	0.01
2.17	2.17	19.1726	0.7548	150	6	32.42	0.0041	1.83	0.292	0.092	0.54	0.015	0.01
2.36	1.74	23.2919	0.9170	150	6	29.02	0.0070	1.64	0.292	0.092	0.48	0.012	0.01
2.86	3.20	22.5986	0.8897	150	6	39.39	0.0064	2.23	0.292	0.092	0.65	0.022	0.01
3.00	2.57	29.7240	1.1702	150	6	35.29	0.0133	2.00	0.292	0.092	0.58	0.017	0.01
1.86	1.81	32.1791	1.2669	150	6	29.64	0.0165	1.68	0.362	0.124	0.61	0.019	0.02
3.61	2.97	30.7767	1.2117	150	6	37.97	0.0146	2.15	0.292	0.092	0.63	0.020	0.01

E	H	NF											T
			De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	
m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	N/m²
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
0.04	0.01	3.07	486.45	482.77	485.45	481.97	485.3	481.82	485.34	481.86	1	0.8	15.80
0.03	0.02	0.95	482.77	482.68	481.92	481.63	481.77	481.48	481.80	481.51	0.85	1.05	2.01
0.04	0.01	3.00	486.2	482.68	484.9	481.63	484.75	481.48	484.79	481.52	1.3	1.05	15.13
0.03	0.02	0.98	482.68	482.56	481.58	481.36	481.43	481.21	481.46	481.24	1.1	1.2	1.87
0.04	0.01	2.95	486.18	482.56	484.48	481.36	484.33	481.21	484.37	481.25	1.7	1.2	14.63
0.04	0.02	1.49	482.56	482.11	481.31	480.71	481.16	480.56	481.20	480.60	1.25	1.4	4.32
0.04	0.01	3.00	484.41	482.11	483.61	480.71	483.46	480.56	483.50	480.60	0.8	1.4	15.14
0.05	0.01	2.00	482.11	480.21	480.66	479.61	480.51	479.46	480.56	479.51	1.45	0.6	7.55
0.03	0.01	2.17	482.61	480.21	481.01	479.61	480.86	479.46	480.89	479.49	1.6	0.6	7.90
0.04	0.02	1.02	480.21	479.53	479.56	479.03	479.41	478.88	479.45	478.92	0.65	0.5	2.11
0.14	0.04	1.11	479.53	478.85	478.98	478.45	478.83	478.3	478.97	478.44	0.55	0.4	1.72
0.14	0.04	1.22	478.85	478.8	478.4	478.3	478.25	478.15	478.39	478.29	0.45	0.5	2.18
0.04	0.01	2.94	490.28	489.13	489.48	488.33	489.33	488.18	489.37	488.22	0.8	0.8	14.50
0.02	0.01	1.87	489.13	488.16	488.28	487.36	488.13	487.21	488.15	487.23	0.85	0.8	5.86
0.03	0.01	2.18	490.09	488.16	489.29	487.36	489.14	487.21	489.17	487.24	0.8	0.8	7.98
0.03	0.01	1.95	488.16	487.97	487.31	487.17	487.16	487.02	487.19	487.05	0.85	0.8	6.40
0.04	0.01	2.65	487.97	485.48	487.12	484.33	486.97	484.18	487.01	484.22	0.85	1.15	11.78
0.03	0.01	2.37	485.48	482.69	484.28	481.89	484.13	481.74	484.16	481.77	1.2	0.8	9.46
0.04	0.01	1.93	482.69	480.79	481.84	479.99	481.69	479.84	481.73	479.88	0.85	0.8	6.67
0.03	0.01	2.55	480.79	478.8	479.94	478.3	479.79	478.15	479.82	478.18	0.85	0.5	10.95

Tramo	PVS		Longitud		Población		Fh	Factor	Caudales						
	De	A	Serv	Acum	Serv	Acum			Qm	Qmax	Qmin	Qins	Qcom	Qinf	Qd
	Nº	Nº	m	m	hab	hab			(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
61	49	57	88.4	3774.833	0	1518	3.68	3	1.4056	4.2167	0.2811	0.0122	0.0122	0.0179	4.2589
62	51	53	101.27	101.27	6	6	4.43	3	0.0056	0.0167	0.0011	0.0003	0.0003	0.0005	0.0178
63	42	52	69.22	69.22	18	18	4.39	3	0.0167	0.0500	0.0033	0.0002	0.0002	0.0003	0.0508
64	52	53	35.36	104.58	6	24	4.37	3	0.0222	0.0667	0.0044	0.0003	0.0003	0.0005	0.0678
65	53	54	92.13	297.98	6	36	4.34	3	0.0333	0.1000	0.0067	0.0010	0.0010	0.0014	0.1033
66	43	54	106.38	106.38	24	24	4.37	3	0.0222	0.0667	0.0044	0.0003	0.0003	0.0005	0.0679
67	54	55	83.59	487.95	30	90	4.26	3	0.0833	0.2500	0.0167	0.0016	0.0016	0.0023	0.2555
68	55	56	47.38	535.33	24	114	4.23	3	0.1056	0.3167	0.0211	0.0017	0.0017	0.0025	0.3227
69	56	57	22.4	557.73	6	120	4.22	3	0.1111	0.3333	0.0222	0.0018	0.0018	0.0026	0.3396
70	57	62	79.89	4412.453	18	1656	3.65	3	1.5333	4.6000	0.3067	0.0142	0.0142	0.0209	4.6493
71	58	59	92.31	92.31	12	12	4.41	3	0.0111	0.0333	0.0022	0.0003	0.0003	0.0004	0.0344
72	59	61	96.68	188.99	30	42	4.33	3	0.0389	0.1167	0.0078	0.0006	0.0006	0.0009	0.1188
73	60	61	133.5	133.5	84	84	4.26	3	0.0778	0.2333	0.0156	0.0004	0.0004	0.0006	0.2348
74	61	62	48.87	371.36	30	156	4.19	3	0.1444	0.4333	0.0289	0.0012	0.0012	0.0018	0.4375
75	62	65	98.25	4882.063	0	1812	3.62	3	1.6778	5.0333	0.3356	0.0157	0.0157	0.0231	5.0879
76	64	65	101.94	101.94	24	24	4.37	3	0.0222	0.0667	0.0044	0.0003	0.0003	0.0005	0.0678
77	65	68	113.32	5097.323	0	1836	3.61	3	1.7000	5.1000	0.3400	0.0164	0.0164	0.0241	5.1570
78	63	64	104.34	104.34	30	30	4.35	3	0.0278	0.0833	0.0056	0.0003	0.0003	0.0005	0.0845
79	59	64	97.3	97.3	30	30	4.35	3	0.0278	0.0833	0.0056	0.0003	0.0003	0.0005	0.0844
80	64	67	105.85	307.49	42	102	4.24	3	0.0944	0.2833	0.0189	0.0010	0.0010	0.0015	0.2868

Pendiente		Diámetro calculado		Diámetro comercial		QII	Qd/QII	VII	Vd/VII	d/D	V	V <sup>2</sup> /2g	d
Terreno	Tubería												
%	%	mm	pulg	mm	pulg	(lps)		m/s			m/s	m	m
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0.80	0.52	91.5778	3.6054	150	6	15.88	0.2681	0.90	0.706	0.400	0.63	0.021	0.06
2.54	3.48	8.2236	0.3238	150	6	41.05	0.0004	2.32	0.292	0.092	0.68	0.023	0.01
2.38	2.38	13.0765	0.5148	150	6	34.00	0.0015	1.92	0.292	0.092	0.56	0.016	0.01
-1.92	0.62	18.7522	0.7383	150	6	17.37	0.0039	0.98	0.292	0.092	0.29	0.004	0.01
3.05	4.57	15.1085	0.5948	150	6	47.07	0.0022	2.66	0.292	0.092	0.78	0.031	0.01
1.21	3.14	13.8450	0.5451	150	6	39.02	0.0017	2.21	0.292	0.092	0.64	0.021	0.01
3.95	1.02	28.1186	1.1070	150	6	22.21	0.0115	1.26	0.292	0.092	0.37	0.007	0.01
3.76	3.65	24.1506	0.9508	150	6	42.08	0.0077	2.38	0.292	0.092	0.70	0.025	0.01
4.55	2.10	27.3126	1.0753	150	6	31.90	0.0106	1.80	0.292	0.092	0.53	0.014	0.01
-0.89	0.51	94.8864	3.7357	150	6	15.77	0.2947	0.89	0.720	0.417	0.64	0.021	0.06
2.86	2.86	10.9167	0.4298	150	6	37.24	0.0009	2.11	0.292	0.092	0.62	0.019	0.01
2.90	2.84	17.3987	0.6850	150	6	37.14	0.0032	2.10	0.292	0.092	0.61	0.019	0.01
1.94	1.94	24.1366	0.9503	150	6	30.67	0.0077	1.74	0.292	0.092	0.51	0.013	0.01
5.73	5.63	24.9628	0.9828	150	6	52.24	0.0084	2.96	0.292	0.092	0.86	0.038	0.01
-1.83	0.51	98.3037	3.8702	150	6	15.71	0.3239	0.89	0.740	0.439	0.66	0.022	0.07
3.29	3.48	13.5749	0.5344	150	6	41.09	0.0017	2.33	0.292	0.092	0.68	0.023	0.01
0.70	0.41	102.6656	4.0420	150	6	14.18	0.3636	0.80	0.768	0.465	0.62	0.019	0.07
1.92	2.11	16.1971	0.6377	150	6	31.97	0.0026	1.81	0.292	0.092	0.53	0.014	0.01
0.46	0.67	20.0854	0.7908	150	6	18.00	0.0047	1.02	0.292	0.092	0.30	0.005	0.01
0.61	0.76	31.0447	1.2222	150	6	19.14	0.0150	1.08	0.292	0.092	0.32	0.005	0.01

E	H	NF											T
			De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	
m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	N/m²
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
0.08	0.05	0.96	478.8	478.09	478.25	477.79	478.1	477.64	478.18	477.72	0.55	0.3	1.92
0.04	0.01	2.76	489.57	487	488.77	485.25	488.62	485.1	488.66	485.14	0.8	1.75	12.80
0.03	0.01	2.29	487.97	486.32	487.17	485.52	487.02	485.37	487.05	485.40	0.8	0.8	8.78
0.02	0.01	1.17	486.32	487	485.47	485.25	485.32	485.1	485.34	485.12	0.85	1.75	2.29
0.04	0.01	3.17	487	484.19	485.2	480.99	485.05	480.84	485.09	480.88	1.8	3.2	16.83
0.03	0.01	2.62	485.48	484.19	484.33	480.99	484.18	480.84	484.21	480.87	1.15	3.2	11.56
0.02	0.01	1.49	484.19	480.89	480.94	480.09	480.79	479.94	480.81	479.96	3.25	0.8	3.74
0.04	0.01	2.83	480.89	479.11	480.04	478.31	479.89	478.16	479.93	478.20	0.85	0.8	13.45
0.03	0.01	2.15	479.11	478.09	478.26	477.79	478.11	477.64	478.14	477.67	0.85	0.3	7.73
0.08	0.05	0.95	478.09	478.8	477.74	477.33	477.59	477.18	477.67	477.26	0.35	1.47	1.89
0.03	0.01	2.51	487.04	484.4	486.24	483.6	486.09	483.45	486.12	483.48	0.8	0.8	10.53
0.03	0.01	2.50	484.4	481.6	483.55	480.8	483.4	480.65	483.43	480.68	0.85	0.8	10.47
0.03	0.01	2.06	484.19	481.6	483.39	480.8	483.24	480.65	483.27	480.68	0.8	0.8	7.14
0.05	0.01	3.51	481.6	478.8	480.75	478	480.6	477.85	480.65	477.90	0.85	0.8	20.72
0.09	0.05	0.94	478.8	480.6	477.28	476.78	477.13	476.63	477.22	476.72	1.52	3.82	1.87
0.04	0.01	2.76	483.95	480.6	482.95	479.4	482.8	479.25	482.84	479.29	1	1.2	12.82
0.09	0.05	0.85	480.6	479.81	476.73	476.26	476.58	476.11	476.67	476.20	3.87	3.55	1.53
0.03	0.01	2.15	485.95	483.95	485.15	482.95	485	482.8	485.03	482.83	0.8	1	7.76
0.02	0.01	1.21	484.4	483.95	483.6	482.95	483.45	482.8	483.47	482.82	0.8	1	2.46
0.02	0.01	1.29	483.95	483.3	482.9	482.1	482.75	481.95	482.77	481.97	1.05	1.2	2.78

Tramo	PVS		Longitud		Población		Fh	Factor	Caudales						
	De	A	Serv	Acum	Serv	Acum			Qm	Qmax	Qmin	Qins	Qcom	Qinf	Qd
	Nº	Nº	m	m	hab	hab			(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
81	66	67	108.78	108.78	30	30	4.35	3	0.0278	0.0833	0.0056	0.0004	0.0004	0.0005	0.0845
82	67	68	92.74	92.74	48	48	4.32	3	0.0444	0.1333	0.0089	0.0003	0.0003	0.0004	0.1344
83	68	69	104.49	5294.553	0	1884	3.61	3	1.7444	5.2333	0.3489	0.0171	0.0171	0.0250	5.2925
84	69	70	80.76	5375.313	66	1950	3.59	3	1.8056	5.4167	0.3611	0.0173	0.0173	0.0254	5.4768
85	67	70	99.53	515.8	36	168	4.17	3	0.1556	0.4667	0.0311	0.0017	0.0017	0.0024	0.4724
86	70	71	33.04	5924.153	18	2136	3.56	3	1.9778	5.9333	0.3956	0.0191	0.0191	0.0280	5.9996
87	71	72	50.36	5974.513	18	2154	3.56	3	1.9944	5.9833	0.3989	0.0193	0.0193	0.0283	6.0501
88	72	73	81.03	6055.543	0	2154	3.56	3	1.9944	5.9833	0.3989	0.0195	0.0195	0.0286	6.0510
89	73	74	118.6	6174.143	0	2154	3.56	3	1.9944	5.9833	0.3989	0.0199	0.0199	0.0292	6.0524
90	74	75	118.6	6292.743	0	2154	3.56	3	1.9944	5.9833	0.3989	0.0203	0.0203	0.0298	6.0537
91	75	76	116.34	6409.083	0	2154	3.56	3	1.9944	5.9833	0.3989	0.0207	0.0207	0.0303	6.0550
92	76	77	103.49	6512.573	0	2154	3.56	3	1.9944	5.9833	0.3989	0.0210	0.0210	0.0308	6.0562
93	77	PVS exist	97.03	6609.603	0	2154	3.56	3	1.9944	5.9833	0.3989	0.0213	0.0213	0.0313	6.0572

Pendiente		Diámetro calculado		Diámetro comercial		QII	Qd/QII	VII	Vd/VII	d/D	V	V <sup>2</sup> /2g	d
Terreno	Tubería												
%	%	mm	pulg	mm	pulg	(lps)		m/s			m/s	m	m
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1.86	2.22	16.0386	0.6314	150	6	32.84	0.0026	1.86	0.292	0.092	0.54	0.015	0.01
3.76	3.76	17.2905	0.6807	150	6	42.72	0.0031	2.42	0.292	0.092	0.71	0.025	0.01
-1.06	0.50	100.1871	3.9444	150	6	15.53	0.3407	0.88	0.755	0.452	0.66	0.022	0.07
-0.43	0.50	101.5714	3.9989	150	6	15.50	0.3534	0.88	0.760	0.460	0.67	0.023	0.07
2.04	2.29	30.4084	1.1972	150	6	33.33	0.0142	1.89	0.292	0.092	0.55	0.015	0.01
-1.33	0.51	104.3561	4.1085	150	6	15.80	0.3798	0.89	0.781	0.482	0.70	0.025	0.07
-0.06	0.56	103.1746	4.0620	150	6	16.42	0.3685	0.93	0.776	0.476	0.72	0.026	0.07
0.20	0.51	105.0201	4.1346	150	6	15.66	0.3863	0.89	0.787	0.488	0.70	0.025	0.07
2.18	0.49	105.7017	4.1615	150	6	15.40	0.3930	0.87	0.787	0.488	0.69	0.024	0.07
2.25	0.56	102.8896	4.0508	150	6	16.55	0.3658	0.94	0.776	0.476	0.73	0.027	0.07
-1.57	0.51	105.0011	4.1339	150	6	15.68	0.3861	0.89	0.787	0.488	0.70	0.025	0.07
3.01	0.62	101.1743	3.9832	150	6	17.32	0.3497	0.98	0.760	0.460	0.74	0.028	0.07
6.04	3.62	72.6549	2.8604	150	6	41.88	0.1446	2.37	0.590	0.289	1.40	0.100	0.04



E	H	NF											T
			De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	
m	m		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	N/m²
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
0.03	0.01	2.21	485.32	483.3	484.52	482.1	484.37	481.95	484.40	481.98	0.8	1.2	8.19
0.04	0.01	2.87	483.3	479.81	482.1	478.61	481.95	478.46	481.99	478.50	1.2	1.2	13.86
0.09	0.05	0.93	479.81	480.92	476.21	475.69	476.06	475.54	476.15	475.63	3.6	5.23	1.83
0.09	0.05	0.92	480.92	481.27	475.64	475.24	475.49	475.09	475.58	475.18	5.28	6.03	1.82
0.03	0.01	2.24	483.3	481.27	482.05	479.77	481.9	479.62	481.93	479.65	1.25	1.5	8.44
0.10	0.06	0.94	481.27	481.71	475.19	475.02	475.04	474.87	475.14	474.97	6.08	6.69	1.89
0.10	0.06	0.98	481.71	481.74	474.97	474.69	474.82	474.54	474.92	474.64	6.74	7.05	2.05
0.10	0.06	0.93	481.74	481.58	474.64	474.23	474.49	474.08	474.59	474.18	7.1	7.35	1.86
0.10	0.06	0.92	481.58	479	474.18	473.6	474.03	473.45	474.13	473.55	7.4	5.4	1.80
0.10	0.06	0.99	479	476.33	473.55	472.88	473.4	472.73	473.50	472.83	5.45	3.45	2.08
0.10	0.06	0.93	476.33	478.16	472.83	472.24	472.68	472.09	472.78	472.19	3.5	5.92	1.87
0.10	0.05	1.03	478.16	475.05	472.19	471.55	472.04	471.4	472.14	471.50	5.97	3.5	2.28
0.14	0.03	2.55	475.05	469.19	471.5	467.99	471.35	467.84	471.49	467.98	3.55	1.2	13.32

Tabla 14. Diseño hidráulico de la red. Fuente: Elaboración propia. Enero del 2012.

Q/Qo	Rel	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.00	V/Vo	0.000	0.292	0.362	0.400	0.427	0.453	0.473	0.492	0.505	0.520
	d/D	0.000	0.092	0.124	0.148	0.165	0.182	0.196	0.210	0.220	0.232
	R/Ro	0.000	0.239	0.315	0.370	0.410	0.449	0.481	0.510	0.530	0.554
0.10	V/Vo	0.540	0.553	0.570	0.580	0.590	0.600	0.613	0.624	0.634	0.645
	d/D	0.248	0.258	0.270	0.280	0.289	0.298	0.608	0.315	0.323	0.334
	R/Ro	0.586	0.606	0.630	0.650	0.668	0.686	0.704	0.716	0.729	0.748
0.20	V/Vo	0.656	0.664	0.672	0.680	0.687	0.695	0.700	0.706	0.713	0.720
	d/D	0.346	0.353	0.362	0.370	0.379	0.386	0.393	0.400	0.409	0.417
	R/Ro	0.768	0.780	0.795	0.809	0.824	0.836	0.848	0.860	0.874	0.886
0.30	V/Vo	0.729	0.732	0.740	0.750	0.755	0.760	0.768	0.776	0.781	0.787
	d/D	0.424	0.431	0.439	0.447	0.452	0.460	0.468	0.476	0.482	0.488
	R/Ro	0.896	0.907	0.919	0.931	0.938	0.950	0.962	0.974	0.983	0.992
0.40	V/Vo	0.796	0.802	0.806	0.810	0.816	0.822	0.830	0.834	0.840	0.845
	d/D	0.498	0.504	0.510	0.516	0.523	0.530	0.536	0.542	0.550	0.557
	R/Ro	1.007	1.014	1.021	1.028	1.035	1.043	1.050	1.056	1.065	1.073
0.50	V/Vo	0.850	0.855	0.860	0.865	0.870	0.875	0.880	0.885	0.890	0.895
	d/D	0.563	0.570	0.576	0.582	0.588	0.594	0.601	0.608	0.615	0.620
	R/Ro	1.079	1.087	1.094	1.100	1.107	1.113	1.121	1.125	1.129	1.132
0.60	V/Vo	0.900	0.903	0.908	0.913	0.918	0.922	0.927	0.931	0.936	0.941
	d/D	0.626	0.632	0.639	0.645	0.651	0.658	0.666	0.672	0.678	0.686
	R/Ro	0.136	1.139	1.143	1.147	1.151	1.155	1.160	1.163	1.167	1.172
0.70	V/Vo	0.945	0.951	0.955	0.958	0.961	0.965	0.969	0.972	0.975	0.980
	d/D	0.692	0.699	0.705	0.710	0.719	0.724	0.732	0.738	0.743	0.750
	R/Ro	1.175	1.179	1.182	1.184	1.188	0.190	1.193	1.195	1.197	1.200
0.80	V/Vo	0.984	0.987	0.990	0.993	0.997	1.001	1.005	1.007	1.011	1.015
	d/D	0.756	0.763	0.770	0.778	0.785	0.791	0.798	0.804	0.813	0.820
	R/Ro	1.202	1.205	1.208	1.211	1.214	1.216	1.219	1.219	1.215	1.214
0.90	V/Vo	1.018	1.021	1.024	1.027	1.030	1.033	1.036	1.038	1.039	1.040
	d/D	0.826	0.835	0.843	0.852	0.860	0.868	0.876	0.884	0.892	0.900
	R/Ro	2.212	1.210	1.207	1.204	1.202	1.200	1.197	1.195	1.192	1.190
1.00	V/Vo	1.041	1.042	1.042	1.042						
	d/D	0.914	0.920	0.931	0.942						
	R/Ro	1.172	1.164	1.150	1.136						

Tabla 15. Relaciones hidráulicas para conductos cerrados. Fuente: Tirado V.R. (2010). Apuntes de Ingeniería Sanitaria. Managua, Nicaragua.

Q/Q <sub>o</sub>	H/D	Q/Q <sub>o</sub>	H/D	Q/Q <sub>o</sub>	H/D
0.010	0.041	0.350	0.354	0.690	0.614
0.020	0.067	0.360	0.361	0.700	0.623
0.030	0.086	0.370	0.368	0.710	0.633
0.040	0.102	0.380	0.374	0.720	0.644
0.050	0.116	0.390	0.381	0.730	0.654
0.060	0.128	0.400	0.388	0.740	0.665
0.070	0.140	0.410	0.395	0.750	0.677
0.080	0.151	0.420	0.402	0.760	0.688
0.090	0.161	0.430	0.408	0.770	0.700
0.100	0.170	0.440	0.415	0.780	0.713
0.110	0.179	0.450	0.422	0.790	0.725
0.120	0.188	0.460	0.429	0.800	0.739
0.130	0.197	0.470	0.436	0.810	0.753
0.140	0.205	0.480	0.443	0.820	0.767
0.150	0.213	0.490	0.450	0.830	0.783
0.160	0.221	0.500	0.458	0.840	0.798
0.170	0.229	0.510	0.465	0.850	0.815
0.180	0.236	0.520	0.472	0.860	0.833
0.190	0.244	0.530	0.479	0.870	0.852
0.200	0.251	0.540	0.487	0.880	0.871
0.210	0.258	0.550	0.494	0.890	0.892
0.220	0.266	0.560	0.502	0.900	0.915
0.230	0.273	0.570	0.510	0.910	0.940
0.240	0.280	0.580	0.518	0.920	0.966
0.250	0.287	0.590	0.526	0.930	0.995
0.260	0.294	0.600	0.534	0.940	1.027
0.270	0.300	0.610	0.542	0.950	1.063
0.280	0.307	0.620	0.550	0.960	1.103
0.290	0.314	0.630	0.559	0.970	1.149
0.300	0.321	0.640	0.568	0.980	1.202
0.310	0.328	0.650	0.576	0.990	1.265
0.320	0.334	0.660	0.585	1.000	1.344
0.330	0.341	0.670	0.595	1.010	1.445
0.340	0.348	0.680	0.604	1.020	1.584

**Tabla 16. Profundidades hidráulicas en función de la relación de caudales para n/no variables.**  
Fuente: Tirado V.R. (2010). Apuntes de Ingeniería Sanitaria. Managua, Nicaragua.

### DOTACIONES DE AGUA

Rango de población	Dotación L/hab/día
0 - 5,000	100
5,000 - 10,000	105
10,000 - 15,000	110
15,000 - 20,000	120
20,000 - 30,000	130
30,000 - 50,000	155
50,000 - 100,000 y más	160

Tabla 17. Dotaciones de aguas residuales para las ciudades del país excepto para Managua. Fuente: Instituto Nicaragüense de acueductos y Alcantarillado Sanitario (INAA). (2001). Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales. Managua, Nicaragua: Gobierno de la república.

Material	Coeficiente "n"
Concreto	0.013
Polivinilo (PVC)	0.009
Polietileno (PE)	0.009
Asbesto-Cemento (AC)	0.010
Hierro galvanizado ( $H^{OG}$ )	0.014
Hierro fundido ( $H^{OF}$ )	0.012
Fibra de vidrio	0.010

Tabla 18. Valores de coeficiente de rugosidad de Manning para diferentes materiales. Fuente: Instituto Nicaragüense de acueductos y Alcantarillado Sanitario (INAA). (2001). Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales. Managua, Nicaragua. Gobierno de la república.

## **Anexo 3. Especificaciones técnicas del proyecto**

### **Alcance general de las obras y requisitos generales**

Estas especificaciones abarcan los aspectos importantes sobre los requerimientos mínimos que deben de cumplir los materiales de construcción, la mano de obra, herramientas, equipo y procedimientos constructivos, para ser incorporados en el proyecto.

También se incluyen restricciones de carácter técnico y administrativo, que deberá acatar el contratista, con el fin de realizar un trabajo, ordenado, eficiente, completo y satisfactorio, evitando daños y perjuicios a terceras personas ya sean públicas o privadas.

El proyecto en general comprende:

- Instalación de 6.61km de colectores y redes de recolección con tuberías de cloruro de polivinilo (PVC), con diámetros de 150 mm.
- Construcción de 77 pozos de visita de mampostería de ladrillo cuarterón.
- Conexiones domiciliarias de servicio en número de 228 unidades.

El Contratista deberá considerar para la ejecución de la obra, lo siguiente:

La ejecución de los trabajos se realizará en coordinación con La Alcaldía Municipal de Ciudad Darío, además de las delegaciones de Policía y del Ministerio de Construcción y Transporte.

El Contratista obligatoriamente deberá utilizar señales con leyendas aprobadas por el supervisor, para prevenir accidentes que puedan causar daños, tanto materiales como humanos. Por las noches, las señales tendrán que ser luminosas y de ser necesario, asignar un vigilante en el sitio. El Contratista será responsable de cualquier daño causado a terceros debido a descuido imputable al mismo, durante estén vigentes la ejecución de la obra y la garantía de vicios.

El Contratista deberá suministrar todo el material a utilizar en la obra, el cual al momento de ser ingresado a bodega, deberá ser revisado y aprobado por el supervisor, para que pueda ser incorporado al proyecto.

El Contratista será responsable de la conservación de la obra en ejecución, hasta la fecha que se le extienda el Certificado de Recepción definitiva por parte del supervisor. El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para prevenir daños a las estructuras existentes sobre o bajo tierra, y respetará la propiedad dentro y en áreas adyacentes a los trabajos.

Cuando durante la ejecución del trabajo se cause daños a tuberías de líneas telefónicas o eléctricas o a alguna otra estructura, El Contratista deberá dar aviso inmediato a las Instituciones responsables de estos servicios, para su reparación y el costo será asumido por el Contratista.

El Contratista, deberá tomar las medidas necesarias para ocasionar la menor molestia posible al público, ocasionada por polvo, ruido, obstrucciones, etc. Los conceptos de obra de las diferentes partes constructivas del proyecto incluyen todas las actividades necesarias para que estas sean completadas.

## **Suministro e instalación de tubería PVC SDR-41**

### **Trazo y nivelación**

El Contratista verificará y utilizará los datos de la topografía de diseño, las referencias fundamentales expresadas en función de la posición y elevaciones de bancos de nivel o PI. Se colocarán niveletas espaciadas convenientemente para el control de los alineamientos horizontales y verticales. Antes de proceder con las siguientes actividades de instalación de tubería, el Supervisor examinará y aprobará el replanteamiento topográfico.

En caso de falla de las mediciones, el Contratista deberá corregir tales desviaciones, para obtener la aprobación del Supervisor. Así mismo, el Contratista deberá mantener en su sitio todas las referencias fundamentales mientras dure la labor de instalación de tubería en el tramo.

## **Excavación**

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicados en planos o por El Supervisor. El ancho de la zanja será igual al diámetro nominal de la tubería a instalar más un máximo de 0.45 metros. Los costados de las zanjas deberán ser verticales. La profundidad de la tubería estará de acuerdo a lo indicado en los planos constructivos, siguiendo con precisión las pendientes de los tubos a instalarse.

El fondo de la zanja deberá quedar perfectamente nivelado sin protuberancias que afecten a la tubería a instalarse, de manera que el tubo descansa sobre el terreno en toda su longitud y uniformemente. Por tanto, el fondo de la zanja será excavado a mano, usando un azadón de forma curva de tal manera que se obtenga un apoyo firme, uniforme y continuo para el cuadrante inferior del tubo. Se deberán dejar depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas.

En general deberá quedar un espacio libre de 50cm entre las paredes de los tubos a instalarse y cualquier otra tubería o estructura existente. En caso de presentarse en la excavación terrenos de poca consistencia (muy húmedo, suelos orgánicos, etc.), la zanja deberá profundizarse como lo indique El Supervisor, pero no más de 0.30 m debajo del fondo previsto y el material excavado, deberá reponerse con material granular (selecto) que será apisonado en capas que no excedan los 10 cm hasta un nivel que corresponda a 1/4 del diámetro del tubo. Al terminar el apisonamiento del fondo de la zanja, se procederá a la conformación de la media caña, y las depresiones para las juntas.

Cuando la excavación sea en roca o piedra cantera, se removerá la misma, hasta una profundidad de 15.0 cm bajo la rasante propuesta del tubo, rellenándose

posteriormente con material granular (selecto) y actuando conforme al procedimiento descrito en el párrafo anterior. La excavación de zanjas no se debe adelantar substancialmente con respecto a la instalación de tuberías, no debiendo exceder de 100 metros o el equivalente a una cuadra en cada frente de trabajo. En ningún caso se permitirá a El Contratista excavar adelante de la instalación de tubería, cuando el pavimento no haya sido restaurado y aceptado por el supervisor.

Para el caso de excavaciones mayores de 2.0 m de profundidad, se necesitará de un ademe (encofrado y arrostramiento), que impida derrumbes que constituyan un peligro para la vida de los trabajadores o la integridad de estructuras vecinas. Los gastos de ademes deberán incluirse en el cálculo del suministro e instalación de la tubería. No se permitirán zanjas abiertas por períodos mayores de tres (3) días, antes de la colocación de la tubería, y las zanjas deberán ser rellenadas dentro de las 24 horas después que la tubería haya sido probada y aceptada por el Supervisor.

Los materiales de excavación de la zanja deberán ser colocados al lado donde no se obstaculice el tránsito y que, en todo caso, causen el mínimo inconveniente, y permitan el acceso apropiado y seguro a la propiedad pública y privada, además de permitir el depósito de los tubos sobre el otro borde inmediato a la excavación. Se reservará una orilla despejada de 50cm de ancho mínimo, entre el borde de la zanja y el pie del talud de las tierras extraídas. Esa orilla está destinada a la circulación cómoda del personal instalador de la tubería.

Los materiales excavados que no sean satisfactorios para relleno, o que estén en exceso al requerido, serán dispuestos fuera del sitio de la obra de una manera aprobada por el supervisor. Aun suponiendo que el relleno de la tubería instalada, en su tiempo se efectuó correctamente, se eliminará de la tierra extraída, toda piedra gruesa y todo material que, utilizado como relleno de la zanja, podría ocasionar daños en la tubería.

Si el fondo de la zanja se convierte en una fundación inestable para los tubos, debido al descuido de El Contratista de ademar o desaguar la zanja, o si la



excavación se ha hecho más profunda de lo necesario, se requerirá de El Contratista y a su cuenta, remover el material inestable y rellenar la zanja de la manera descrita en el acápite Relleno y Compactación.

El Contratista eliminará toda el agua que se colecte en las zanjas antes y después de la instalación que los tubos estén instalados. En ningún caso se permitirá que el agua escurra sobre la fundación o por la tubería sin el permiso del supervisor. El agua encontrada será eliminada por el contratista de una manera satisfactoria para el supervisor.

Las conexiones domiciliarias de agua potable y aguas negras y cualesquiera otras que sean rotas o averiadas durante la construcción, serán remplazadas por y a cuenta de El Contratista. Se deberá proteger los árboles y otras plantas, césped, cercados, paredes divisorias, postes, alambres, aceras, bordillos, bancos de nivel, pavimento y otras características de la superficie ubicada dentro del derecho de vía o propiedades colindantes, mientras se lleva a cabo el trabajo, y deberán repararse los daños que resulten de este. Las excavaciones no deben rebasar los soportes normales de 45 % debajo de cualquier fundación.

### **Instalación de tubería**

La tubería a instalar será de Cloruro de Polivinilo (PVC), Cédula-41 (SDR-41) y se ajustará a la norma ASTM -D-3034-77C. Los tubos deberán tener un extremo espiga y otro campana, en el extremo campana, es donde irá el empaque de goma, para el acople de los mismos. Los accesorios plásticos para alcantarillados deberán cumplir con la norma ASTM D-3034-74. El empaque de hule a utilizar para el acople, deberá cumplir con la especificación ASTM-477-76.

La rasante de los tubos y accesorios deberá ser terminada cuidadosamente y se formará en ella una especie de media caña a fin de que una cuarta parte de la circunferencia del tubo y en toda su longitud, quede en contacto con terreno firme, y además, se proveerá de una excavación especial para alojar las campanas de los tubos.

Los tubos serán instalados de acuerdo con la alineación y pendientes indicadas en los planos o por El Supervisor y con la campana pendiente arriba. Las secciones de los tubos serán instaladas y unidas de tal manera que la tubería tenga una pendiente uniforme.

Previo a la instalación de la tubería y accesorios, el Contratista deberá verificar que las dimensiones de la media caña practicada en el fondo de la excavación sean adecuadas para alojar la tubería y sus accesorios. En caso contrario procederá a efectuar los ajustes correspondientes.

Antes de instalarse, los tubos serán alineados a una lado y a lo largo de la zanja y, si no hay inconvenientes, del lado opuesto al material de excavación, protegiéndose del tráfico y de la maquinaria pesada asignada a la obra.

Se deben usar herramientas y equipos apropiados para manejar e instalar los tubos y accesorios, en una forma segura y satisfactoria. Se deberá evitar el uso de métodos bruscos en el manejo de los tubos, tal como al dejarlos caer, y, en lo posible, se deberán descargar a mano. El almacenamiento de la tubería de PVC, debe ser hecho sobre terreno llano, exento de piedras, y de preferencia bajo cubierta y a la sombra. Durante la instalación de los tubos, no se permitirá por ninguna circunstancia, la presencia de una mínima cantidad de agua en la zanja.

El modo de bajar los tubos a la zanja dependerá de su peso. Los livianos pueden ser bajados a mano; los de peso mediano, por medio de cuerdas; y los muy pesados, por medio de equipos mecánicos elevadores (tecles, grúas, etc.), no dejarlos caer sino depositarlos, no dejarlos rodar sobre el pavimento o suelo, teniendo cuidado especial de que no se dañen o quiebren los tubos.

No se permitirá caminar o trabajar sobre los tubos después de colocados, hasta que hayan sido cubiertos con material de relleno hasta 0.30m de espesor sobre la corona del tubo. Los extremos de los tubos que hayan sido instalados, serán protegidos con tapones de material aprobado por El Supervisor, para evitar que la tierra u otras suciedades penetren en los tubos. El interior de los tubos deberá ser cuidadosamente mantenido libre de tierra y suciedad.

Al finalizar la instalación de la tubería, ésta se limpiará completamente con agua, y se deberá extraer toda basura, tierra, y otras suciedades que hayan quedado dentro de las tuberías. En las zanjas con fuertes declives, será necesario acuñar con material selecto a los lados de la tubería que se va instalando, previendo que por su propio peso puedan deslizarse u originar defectos en sus uniones.

Los tubos de PVC pueden cortarse haciendo uso de sierras de mano de dientes finos y una caja inglesa, o con máquinas especiales “corta tubos” con discos de dientes finos con una guía apropiada, accionados con motores de gasolina, a presión, o de cuchillas.

Los tubos se deberán cortar en ángulo recto con relación a su eje. Se deberá remover totalmente la rebaba por medio de un cuchillo, lima, escariador o papel abrasivo.

El corte deja una sección o borde vivo, que debe ser preparado para recibir la junta o campana del otro tubo al que se unirá. Este biselado puede hacerse a mano, o con máquinas biseladoras especiales.

El proceso a mano se puede hacer con una escofina, procurando que los movimientos sean lo más horizontales posibles, hasta notar que ya se tiene hecho el bisel, luego, con un papel abrasivo, se eliminarán las rebabas y se le terminará de dar forma al bisel del tubo.

Las ralladuras longitudinales o circunferenciales podrían comprometer la estanqueidad de la junta. El tubo de PVC con Uniones Flexibles, presenta un extremo ligeramente acampanado, en cuyo interior existe una ranura que se abulta exteriormente e forma de anillo, y que sirva para alojar el empaque de hule circular que se usa en este tipo de juntas. El otro extremo del tubo es liso y se le llama extremo en espiga:

Para el montaje de este tipo de uniones se deberán seguir los siguientes pasos:

Se limpiará cuidadosamente el interior de la campana del tubo y principalmente, la ranura donde se alojará el empaque de hule. A continuación, el anillo de hule, completamente limpio, se coloca y ajusta debidamente en la ranura de la campana del tubo.

Es de suma importancia alinear correctamente los tubos que se van a unir, para evitar que el extremo espiga sea instalado formando un ángulo con la línea de la tubería.

Antes de efectuar la unión se deberá verificar si el extremo espiga no posee rebabas de material u otro tipo de defectos. De ser así, se deberá limpiar y lijar el bisel del tubo, hasta corregir el defecto. De no poderse, se tendrá que cambiar el tubo por uno en buen estado.

Conforme las indicaciones del fabricante, se deberá lubricar perfectamente la mitad de la longitud a insertar del extremo espiga del tubo.

Teniendo alineados los tubos, se procederá a empujar el extremo espiga dentro de la campana del otro tubo, hasta su marca de penetración, pudiéndose auxiliar de una barra, colocada con tacos de madera en el otro extremo del tubo que se está introduciendo.

Este empuje no implica la aplicación de una fuerza excesiva para lograr la penetración del tubo. Si la tubería presenta dificultades en su inserción, se recomienda sacar el extremo espiga, quitar el anillo de hule y repetir los pasos anteriores hasta lograr una unión correcta.

Para cualquier acople de tubos de PVC con cualquier dispositivo de inspección y limpieza, deberá seguirse el siguiente procedimiento:

Siempre, el extremo del tubo que entre a cualquier dispositivo de inspección y limpieza, deberá ser en espiga, nunca en campana. Si es necesario, se podrá

cortar el tubo, hasta obtener la longitud de acople requerido, nunca deberá quedar partes del tubo fuera de las paredes internas del dispositivo.

Con un trapo o tela, se limpia bien el extremo espiga del tubo que se va a insertar en el dispositivo de inspección y limpieza, cerciorándose que esté completamente seco y limpio.

Se procede a quitar el acabado lustroso del tubo, por medio de un limpiador químico aprobado por el fabricante, el cual deberá ser aplicado con un paño, libre de humedad. Un sustituto para la remoción de lustre de las superficies de contacto puede ser el papel abrasivo o una estopa de acero.

Se deberán limpiar todas las partículas de material abrasivo y/o PVC, antes de aplicar el mortero. Una vez limpias estas piezas, no deberán mojarlas ni ensuciarlas. Usando una brocha de pelo de animal y con las manos limpias, úntese el cemento en la parte exterior de la espiga del tubo, inmediatamente después, cubra con arena toda la superficie del tubo a la cual le untó el cemento.

Su aplicación será en sentido longitudinal (de izquierda a derecha), procurando que la capa de adhesivo sea más delgada en la embocadura y más espesa en el extremo.

Coloque la espiga del tubo ya cementado en el orificio del dispositivo, dándole un poco de movimiento rotativo para eliminar las burbujas de aire.

Por ningún motivo será permitido usar PERMATEX, al unir material plástico con cualquier otro tipo de material, ya que este producto es altamente nocivo para el plástico.

Dependiendo de la clase de cementos solventes a usar, según su fraguado, debe tenerse cuidado de no hacer circular agua por la tubería antes de 24 horas, para dar tiempo de que el acople haya adquirido su impermeabilidad.

El Contratista mantendrá todas las cunetas, drenajes, tubos y alcantarillas limpias y abiertas para el drenaje superficial. No se permitirá el represamiento de aguas en cunetas o tuberías de conducción sin la aprobación de El Supervisor.

Al instalar las tuberías, es obvio que se tendrá que hacer los acoples a los diversos tipos de dispositivos de inspección y limpieza, por lo que las uniones a estos dispositivos y sus medias cañas, deberán ser hechas en tiempo y forma, y como lo indican los planos.

### **Pruebas de tubería**

#### **Prueba de laboratorio**

Los tubos serán probados de acuerdo con los requisitos de la ASTM, Boletín ASTM-C-14-74 y D-3034-74, para tubos PVC.

Las pruebas de los tubos serán hechas en laboratorio designadas por El Supervisor y el costo de las pruebas será pagado por El Contratista.

#### **Prueba de alineamiento**

Se usará una linterna entre pozos de visita para comprobar el alineamiento de las tuberías y verificar que no queden obstrucciones, rebabas, grietas u otros defectos en los tubos. Desde el extremo de cada sección de alcantarilla deberá verse un círculo completo de luz.

El Contratista deberá hacer todas las correcciones necesarias por su cuenta hasta dejar las tuberías con los alineamientos y pendientes indicados en los planos. También, esta prueba se podrá realizar con un par de espejos que proyectarán la luz solar dentro de las tuberías.

## **Pruebas de ex filtración**

Se deberán efectuar pruebas hidrostáticas a tramos de tuberías entre pozos de visita, cuando las uniones se hayan solidificado, procediendo de la siguiente manera:

Taponar la tubería en la salida de ésta en el pozo de visita inferior que se encuentra aguas abajo del tramo.

Rellenar con agua el tramo a probarse por un período de 4 horas, para humedecer la tubería.

Rellenar con agua el pozo de visita superior aguas arriba, a una altura que produzca una carga hidrostática mínima de 1.2m sobre la corona del tubo, en el punto equidistante de los pozos.

Medir después de 4 horas la cantidad de agua ex filtrada. Se aceptará pérdida de agua en los pozos de visita y no en los tramos de tubería.

Cuando se produzcan cargas hidrostáticas mayores de 1.20m, la pérdida de agua permitida se aumentará proporcionalmente al exceso de carga producida.

Si se encuentran filtraciones o goteras de regular cuantía, El Contratista deberá excavar y descubrir dichas secciones de tubería o pozos de visita y deberá reparar o reconstruir tales secciones por su cuenta. Las reparaciones se continuarán hasta que toda la tubería y accesorios llenen los requisitos de hermeticidad.

El Contratista deberá proveer todo material, equipo, mano de obra y aparatos necesarios para probar las tuberías. Deberá confirmar al supervisor la realización de las pruebas con 24 horas de anticipación.

## Prueba de pendiente

Se realizará un chequeo de pendiente sobre los tramos de tubería que hayan pasado la prueba de alineamiento. El chequeo se realizará a cada 5 o 10 metros, sobre el tubo y antes de retirar las niveletas. Se considerarán satisfactorios aquellos tramos que presenten una variación vertical menor del 10%.

Para la realización de esta prueba, El Contratista suministrará el equipo y apoyo logístico necesario.

## Protección de tubería

Bajo este artículo, El Contratista proveerá todo el material, mano de obra, herramientas y equipos necesarios, para proteger las tuberías de aguas negras o de agua potable existentes que por algún motivo especial sufran cambios respecto a su ubicación original. Esta actividad se deberá ejecutar cuando las tuberías se instalen en sitios tales como cauces, cruces de carretera, puentes y/o se instalen superficialmente.

### Encamisado de hierro fundido

Las camisas de los tubos a proteger, deberán ser de hierro fundido o acero y de mayor diámetro que el tubo a proteger, según el cuadro que a continuación se detalla:

Encamisado para tuberías:

Diametro tubería (pulg)	
PVC	HF o Acero
6	10
8	12
10	12
12	15
15	18



## Recubrimiento de concreto simple

Todo el material de concreto para revestir tuberías deberá estar conforme los detalles típicos mostrados en los planos o según lo indique El Supervisor, deberá seguir las especificaciones técnicas descritas en el acápite que se refiere a la fabricación y colocación de concreto.

El revestimiento mínimo deberá ser de 20 cm alrededor de la pared exterior del tubo.

El concreto a utilizar deberá tener una resistencia mínima a los 28 días del colado de 3,000 lbs./plg.<sup>2</sup>.

## Combinación de las dos anteriores

En este caso, primero se deberá realizar el encamisado y luego, el recubrimiento sobre el tubo de hierro fundido. Este proceder se aplica en situaciones críticas, especialmente cuando la tubería se instala muy superficial respecto al nivel de la superficie de rodamiento, y donde el tráfico que circula se considere pesado en su mayor porcentaje.

## Terraplenes

Los terraplenes se utilizarán estrictamente para la protección de tubería de los colectores de aguas servidas, en aquellos tramos donde la rasante del tubo quede arriba del nivel de terreno existente.

El terraplén se conformará con material selecto, compactado al 95% Proctor. Se iniciará conformando a partir del nivel del terreno natural, hasta obtener la elevación del invert del tubo.

Después se colocará la tubería de PVC sobre el terraplén construido y compactado, posteriormente, se procederá a cubrir el tubo, de la misma forma como se conformó la parte inferior del terraplén, hasta obtener la elevación superior del mismo.

El terraplén tendrá en su base menor (arriba) un ancho de 3.00m, de acuerdo al detalle típico de instalación de tubería, su base mayor, (abajo) será de 6.00m obtenida después de proyectar con pendiente 1:1, los taludes laterales a ambos lados del terraplén, hasta interceptar el terreno existente.

La conformación lateral de los terraplenes (taludes), deberá ejecutarse en forma tal, que su sección definitiva se pueda formar por cortes del suelo compactado y no por relleno adicional.

## **Relleno y compactación**

### **Relleno**

Para toda zanja o pozo de exploración abiertos para la instalación de tuberías o para otras actividades complementarias del proyecto, se requerirá de El Contratista el suministro de los recursos necesarios para efectuar adecuadamente el relleno y compactación de los mismos.

En general, se utilizará el mismo material que fue extraído de la zanja, toda vez que se encuentre libre de piedras, madera y cualquier tipo de materia orgánica o susceptible de descomposición. Recibe el nombre de “relleno común” y se realizará desde la superficie hasta los 30cm sobre la corona del tubo.

Alrededor de los tubos y hasta 30cm sobre la corona, se deberá utilizar material seleccionado del relleno común, sin terrones ni piedras. En el caso que los sondeos geotécnicos indicasen que el material del sitio, no reúna las características para ser considerado como material selecto, se utilizará material proveniente de un banco de préstamo debidamente aprobado por la supervisión.

Las zanjas se rellenarán hasta que la tubería pase las pruebas establecidas para este tipo de tuberías y que todas las uniones hayan sido debidamente inspeccionadas.

Durante el relleno de las zanjas es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:

El relleno de materiales seleccionados hasta los 30cm sobre la corona del tubo, será colocado y apisonado en capas que no excedan los 10cm. El apisonado se hará cuidadosamente de tal manera que el tubo no se desplace de su posición original.

Antes de la terminación y aceptación final de todo el trabajo, le será requerido a El Contratista rellenar y compactar todas las zanjas que se hayan hundido bajo el nivel de la superficie original.

#### Compactación

Cada capa de material de relleno con una humedad aceptable, que no sea ni muy baja (falta de agua), ni excesivamente saturada (exceso de agua), será compactada adecuadamente.

La capa de relleno, (material especial escogido de la excavación) hasta los 30 cm sobre la corona del tubo, será compactada con apisonadores manuales de madera o metálicos, en capas de 10 cm, hasta lograr una apariencia de compactación sólida y de densidad uniforme.

Las capas de relleno, después de los 30 cm, de la corona del tubo hasta la superficie, con un contenido de humedad óptimo y homogéneo, serán compactadas con un equipo motorizado y vibratorio, de tal manera, que sometidas a pruebas de compactación, se obtenga al menos un porcentaje de compactación del 95 % del peso volumétrico seco de este material con respecto al peso volumétrico seco máximo de laboratorio, fijado por la prueba AASHTO T-99, Método C.

A fin de comprobar el cumplimiento de las especificaciones, del grado de compactación requerido del relleno realizado de la zanja y/o pozos de exploración, etc., a solicitud de El Supervisor, un laboratorio de pruebas deberá realizar dos (2) muestras periódicas en el campo, por cada 100 metros de tubería instalada, en lugares donde se haya removido carpeta de rodamiento para la instalación de tubería, la ubicación de los sitios de muestreo será seleccionado únicamente por El Supervisor. El costo incurrido por todas las pruebas de compactación será asumido por El Contratista.

Los tramos que no satisfagan los requerimientos de compactación, serán recompactados, corriendo por cuenta de El Contratista todos los trabajos necesarios para ello, pagando también el costo de las nuevas pruebas de compactación.

El Contratista someterá a aprobación del Supervisor el laboratorio de materiales que hará las pruebas de compactación y éste será escogido de una terna de laboratorios presentados por El Contratista.

#### Relleno especial

Se denomina relleno especial, todo aquel donde se utilice material selecto. También, este relleno especial, puede llegar a tomar el nombre de “adicional especial”, si se ha rellenado una parte de la zanja con más de 1.50 m de profundidad, es decir, a partir de los 1.51 m, el relleno es adicional, y puesto que no se está utilizando el material del sitio, si no que material selecto, es también especial, o sea, adicional especial.

Los materiales que se utilicen para base de pavimento, aceras y drenajes no están incluidos en este concepto.

## Relleno de zanjas al interrumpir el trabajo

Si se discontinúa el trabajo por completo, o ya sea que cualquier zanja quedara descubierta por un período de tiempo no razonable, antes de la construcción del alcantarillado, por razones de fuerza mayor o fuera de control por parte de El Contratista, éste deberá rellenar por cuenta propia tales excavaciones, hasta que se reinicien las labores constructivas en el tramo.

## Disposición de material sobrante

Los materiales excavados de carácter satisfactorio para la actividad de relleno, serán amontonados a la orilla de la zanja en forma adecuada y aprobada por el Supervisor, mientras se realizan las operaciones de instalación de tubería y el posterior relleno y compactación.

Los materiales no utilizables originados de la excavación, en el relleno y en la compactación en exceso del requerido, serán retirados del sitio por cuenta de El Contratista y dispuestos en un lugar, a ser aprobado por el Supervisor. La disposición final de tales materiales se hará conforme a las exigencias de la Alcaldía Municipal.

Los materiales excavados serán siempre manejados de tal manera que causen un mínimo de molestias al tráfico del público y que permita acceso conveniente y seguro a la propiedad pública o privada que se encuentra adyacente a la línea de trabajo.

En el caso de que el sobrante de material sea debido a la importación de material adicional, la disposición será tomada en cuenta en el concepto de relleno y compactación adicional.

## Construcción de dispositivos de inspección y limpieza

### Pozos de visita

El espaciamiento máximo entre PVS deberá variar (aunque el espaciamiento promedio es de 84 m), de acuerdo con los métodos y equipos de mantenimiento disponibles, en la forma siguiente:

**Tabla 19. Valores de separación máxima de PVS en dependencia del método y el equipo empleado.**

Con equipo técnicamente avanzado		Con equipo tradicional	
Diámetro (pulg.)	Separación máxima (m)	Diámetro (pulg.)	Separación máxima (m)
6 a 15	150	6 a 15	100
18 y mayores	200	18 y mayores	120

### Trabajo comprendido

Este artículo comprende el suministro de todos los materiales, mano de obra, herramientas y equipo necesarios para construir pozos de visita, conforme a la ubicación, dimensiones y niveles mostrados en los planos u ordenado por el Supervisor, incluyendo el trazado y nivelación de tales estructuras, remoción de pavimento, excavación, construcción de retorta de fondo, paredes y tapas, caídas en pozos de visita, media caña de fondo, colocación de peldaños, relleno y compactación, restauración de superficie a su estado original, disposición de materiales sobrantes y en fin todo trabajo suplementario necesario para construir los mismos.

Similar a lo actuado en la instalación de tubería previo a la construcción, el Contratista deberá verificar los alineamientos y rasantes y confirmar la ausencia de estructuras que pudiesen interferir con su construcción. En caso contrario, informará al Supervisor la situación existente para que éste proceda a estudiar y recomendar las medidas o cambios pertinentes.

## Excavación y relleno

La excavación será de amplias dimensiones para permitir su fácil construcción la excavación y el relleno se deberán realizar de acuerdo a lo especificado en los capítulos correspondientes a estas actividades.

## Materiales

El agua usada en la mezcla de concreto deberá ser limpia, libre de ácidos, álcalis, basura y cualquier materia orgánica. La arena deberá estar limpia de arcilla y de materiales orgánicos.

El cemento Portland será Tipo I (normal) y deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM, norma C-150.

Los ladrillos de barro deberán ser trapezoidales, sólidos, bien cocidos, libre de quemaduras y rajaduras y perfectamente acabado.

Los peldaños para las escaleras deberán ser de varilla lisa de hierro dulce sólido, de  $\frac{3}{4}$  de pulgada de diámetro, galvanizados por baño caliente después de fabricados y de las dimensiones y forma que indican los planos.

## Retorta o base

La base de los pozos de visita consistirá en una plancha de concreto de 0.20m de espesor y de ancho según lo indiquen los planos, encima de la cual serán contruidos los demás elementos del pozo de visita.

Para todos los pozos de visita, la retorta será de concreto reforzado tal y como se indica en los plano. Por ningún motivo se deberá usar concreto simple.

El concreto podrá ser fabricado a mano, debiendo en este caso, mezclar los materiales en seco, en canoas de madera de forma trapezoidal de 1.50x1.50x0.30m, hasta que presente un aspecto uniforme.

El tamaño máximo del agregado será de 2", la proporción de la mezcla del concreto será de 1:3:3 (cimento, arena, grava), siendo la arena tamizada en la malla #4 y la grava a utilizarse será de preferencia de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, agregando a continuación, el agua necesaria para obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle con tierra ni impureza alguna.

El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos.

No se tolerará la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca sobre lodo suave o tierra seca o porosa.

El Contratista prestará atención al curado apropiado del concreto, debiendo realizarse esta operación durante 7 días consecutivos.

#### Media caña

Sobre la base del PVS, se deberán construir (de concreto simple y con la resistencia que se especifica en los planos), los canales de entrada y salida en forma de U, y la superficie deberá ser de fino acabado. Estos canales o media caña, deberán tener una altura igual a  $\frac{3}{4}$  del diámetro del tubo de mayor diámetro que se conecte al pozo de visita.

La media caña deberá tener las pendientes indicadas en los planos para facilitar el libre flujo de las aguas servidas.

#### Paredes del cilindro y del cono

Sobre la base de concreto que se acaba de describir, se construirá las paredes del cilindro y cono del pozo de visita, con un diámetro interno de 1.20m.



El cilindro se hará, colocando ladrillo trapezoidal de barro en trinchera. El ladrillo usado debe tener una resistencia de 49.17 psi, y ser de buena calidad, libre de facturas y quemaduras, estar limpio y humedecido antes de su colocación.

Las paredes del cilindro serán de hilera simple o doble según la profundidad del mismo, tal a como lo indican los planos.

Las uniones entre los ladrillos del cilindro y del cono, no deben ser menores de un (1) centímetro, siendo la proporción del cemento con arena de 1:4.

Sobre el cilindro se colocará un cono de ladrillo trapezoidal, de 1.20 de altura, tal a como lo indican los planos.

#### Peldaños de acero galvanizado

Se colocarán en el cilindro y el cono, peldaños de hierro dulce galvanizado en caliente de 3/4" de diámetro (varilla corrugada) para efectos de facilitar el acceso al interior del pozo de visita. Los peldaños deberán dejarse perfectamente alineados horizontalmente y con el espaciamiento vertical indicado en los planos.

#### Mortero para pegado y repello de ladrillos

El mortero utilizado para la pegada de los ladrillos deberá tener una proporción 1:4, una parte de cemento y cuatro de arena. Esta misma mezcla podrá utilizarse para el repello de las paredes interiores del cilindro y cono, con una capa de un (1) centímetro de espesor.

Para el fino de las paredes interiores del cilindro y del cono, se utilizará una mezcla de cemento, arena y cal hidratada, en proporción 1: 4½: ½; el mortero, cal y arena deberá hacerse y humedecerse un día antes de usarse.

## Collarín y tapa

Terminado el cono, se construirá el collarín y la tapa de concreto reforzado, tal como aparece detallado en los planos respectivos.

## Caídas en pozos de visita

Cuando las diferencias en elevación de los fondos de los tubos de entrada y salida de los pozos de visita sean iguales o mayores de 60.0 cm, el Contratista deberá construir las caídas por medio de tees y codos como se muestra en los planos.

La tee y el codo para las caídas deben ajustarse a las especificaciones ASTM C-14-70. El concreto deberá tener una resistencia de 2,500 psi a los 28 días. La proporción del concreto será de 1:3:3 (cemento, arena y grava), la arena deberá ser tamizada en la malla #4 y el tamaño de la grava será de  $\frac{3}{4}$  de pulgada preferentemente.

## Conexión de tubería a pozos de visita

El Contratista deberá hacer las conexiones de las tuberías a los pozos de visita, donde se muestre en los planos o lo indique El Supervisor.

El tubo se unirá con un mortero de cemento solvente para tubos de PVC y arena, en proporción adecuada a como lo indique el fabricante de los tubos. El niple de tubo que saldrá de los pozos de visita, se unirá con mortero. Todos los tramos de tubería a instalarse deberán iniciar y finalizar con un niple de longitud no mayor de 1.00 metro. Las uniones a los pozos y sus medias cañas deberán ser hechas de acuerdo con los planos y como lo apruebe el Supervisor.

### **Rotura y reposición de aceras, rampas, andenes y cunetas.**

Se restaurarán a su condición original las aceras, rampas, andenes y cunetas que sean dañadas necesariamente durante la ejecución de los trabajos comprendidos en todo el proyecto.

El concreto para aceras, rampas, andenes y cunetas deberá prepararse usando una mezcla: de una (1) parte de cemento, dos (2) partes de arena y tres (3) partes de grava o piedra triturada.

El espesor de las aceras de concreto no será menor de 5.0 cm. Las cunetas de concreto se construirán de acuerdo con las dimensiones y forma de las cunetas existentes. El espesor del concreto para las rampas no será menor de 20.0 cm.

El concreto a usar deberá tener una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 2,000 psi para las aceras y de 2,500 psi para las cunetas, rampas y andenes.

Las aceras serán vaciadas en el sitio y en forma monolítica y se deberán dejar juntas frías cada 1.50m. Las formaletas a utilizar deberán permanecer por lo menos 12 horas después de colocado el concreto.

Todas las superficies de concreto de estos elementos deberán tener un acabado liso de llana de madera, color uniforme y sin marcas de herramientas, ni huellas.

En general, se deberá cumplir con lo especificado en relación al concreto en el acápite 6.0 de estas especificaciones.

En los casos en que la acera sea de ladrillo de cemento, el material de reposición será equivalente al ladrillo de cemento, con el mismo color que el existente. Previamente será colocado un cascote de concreto (si existiese en el piso adyacente), nivelándose y pegándose con mortero de una (1) pulgada de espesor. El mortero tendrá proporción de 1:4. (Una parte de cemento y cuatro partes de arena).

## **Anexo 4. Análisis de la calidad del agua que sale de la planta de tratamiento**

### **Composición**

La composición de las aguas residuales depende de su origen antes de la descarga a cuerpos receptores, ya que en estado natural las aguas contiene componentes de sustancias activas e inactivas, como gases, microorganismos, metales, ácidos, etc.

Los constituyentes de las aguas residuales pueden clasificarse como físicos, químicos y biológicos a través de análisis de laboratorio. El análisis físico sirva para determinar el contenido total de sólidos, o sea los sólidos en suspensión, disolución y coloidales; también se hacen exámenes para determinar la turbiedad, temperatura y olor; el análisis químico da una idea de la concentración de la aguas negras, así como el estado que han alcanzado en el proceso de descomposición.

El grado de contaminación de las aguas residuales se representa utilizando criterios tales como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno, el contenido de Nitrógeno Amoniacal, entre otros

Para esto será necesario describir algunos de estos componentes:

**PH:** Es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica. La concentración del ion hidrógeno es un parámetro de calidad tanto de las aguas naturales como de las residuales.

Los valores de PH confirman la naturaleza de las aguas residuales, este tiene un papel importante en la vida y muerte de las bacterias, ya que en su mayoría los microorganismos no pueden tolerar niveles de PH mayor a 9.5 o por debajo de 4.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** La Demanda Bioquímica de Oxígeno es una forma de estimar el oxígeno requerido para que una población microbiana heterogénea en un tiempo dado y a una temperatura dada, oxide la materia orgánica en una muestra de agua.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) se basa en las reacciones bioquímicas y depende por lo tanto de la depuración, temperatura, acción de la luz, clases de microorganismos y sustancias nutritivas.

**Sólidos totales:** Es el conjunto de sustancias sólidas presentes en el agua residual, estos se encuentran en suspensión, en estados coloidales y disueltos. Se determinan en el laboratorio, evaporando y secando una muestra a una temperatura de 103°C a 105°C.

**Sólidos totales suspendidos:** Son todos los sólidos en el agua residual o aguas de desecho, incluyendo sólidos filtrantes. Se encuentran en suspensión en una muestra de agua. Por su tamaño estas partículas resultan visibles a simple vista. Se definen como la porción de sólidos que resultan retenidos en un crisol, a base de hacer pasar un volumen conocido del líquido por un filtro ( $=1\mu$ ).

La fracción de sólidos suspensos incluyen los sólidos sedimentables que se depositan en el fondo de un recipiente en forma de cono, llamado Cono de Imhoff, durante un periodo de 60 minutos.

**Sólidos totales disueltos:** Sólidos totales disueltos es el peso por unidad de volumen de agua de sólidos suspendidos en un medio de filtro después de la filtración o evaporación.

## **Decreto 33-95**

El decreto 33-95 es un conjunto de disposiciones para el control de la contaminación proveniente de las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias. El contenido del Decreto 33-95, está desarrollado en diez capítulos y 78 artículos; en el cuerpo se aborda lo comprendido a saber:

- Capítulo I: Objetivos.
- Capítulo II: Definiciones de términos.
- Capítulo III: Disposiciones generales.
- Capítulo IV: Muestreo.
- Capítulo V: De las descargas domésticas, industriales y agropecuarias a las redes de alcantarillado sanitario.
- Capítulo VI: De las descargas de aguas residuales provenientes de los sistemas de tratamientos de lo alcantarillados a cuerpos receptores
- Capítulo VII: De las descargas líquidas directas industriales, y agropecuarias a cuerpos receptores.
- Capítulo VIII: De las descargas de aguas residuales tratadas domésticas e industriales para la disposición mediante riego agrícola.
- Capítulo IX: De las sanciones
- Capítulo X: Disposiciones transitorias finales

El Arto.19 del capítulo V habla de los parámetros de calidad de vertidos líquidos que sean descargados en las redes de alcantarillado sanitario del país, provenientes de vertidos domésticos y actividades industriales y agropecuarias autorizadas. Deberán cumplir los rangos y límites máximos permisibles siguientes:

<b>PARAMETROS FISICOS QUIMICOS</b>	<b>LIMITES MAXIMOS O RANGOS</b>
Temperatura ° C	50
PH	6.10
Conductividad Eléctrica (micromhos/cm)	5,000
Aceites y Grasas totales (mg/l)	150
Aceites y grasas Minerales (mg/l)	20
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	400
Demanda Química de Oxígeno (DQO) (MG/L)	900
Fósforo Total (mg/l)	
Parámetros Físicos-Químicos Límites	Máximos o Rangos
Notrógeno total (mg/l)	
Sólidos Flotantes	Ausentes
Sólidos Suspendidos (mg/l)	400
Sólidos Totales (mg/l)	1,500
Mercurio (mg/l)	0.02
Arsénico (mg/i)	1.0
Cadmio (mg/l)	1.0
Cromo Hexavalante (mg/l)	0.5
Cromo Trivalante (mg/i)	3
Cianuro (mg/l)	2
Cobre (mg/l)	3
Plomo (mg/l)	1
Fenoles (mg/l)	1
Níquel (mg/l)	3
Zinc ( mg/l)	3
Plata (mg/l)	5
Selenio (mg/l)	5
Sulfuros (mg/l)	5
Sustancias Tensoactivas que reaccionan con el azul de mitileno (mg/l)	10
Hierro (mg/l)	50
Cloruro (mg/l)	1500
Sulfatos (mg/l)	1500
Floruros (mg/l)	50

**Tabla 20. Valores máximos permisibles para los componentes físicos químicos del agua.**

**Fuente:** Tirado V.R. (2009). Estudio de la calidad del agua para su reutilización en el riego Agrícola o consumo humano. Managua, Nicaragua.

Nota: Estos límites están definidos dependiendo del cuerpo receptor.

## Análisis del estudio realizado en el 2002

A manera de tabla se hará una comparación de los valores obtenidos del estudio y lo que establece el decreto 33-95.

**Interesado:** Ing. Sergio Vado.

**Fuente:** Aguas Residuales Domésticas.

**Ubicación:** Planta No.1 Entrada.

**Fecha y hora de captación:** 19 de Agosto del 2002: 11:00 A.M.

Método	Parámetro Realizado	Valor/ Concentración	Decreto 33-95. Art 19	Valoración
4500-H <sup>+</sup>	PH	6.93	6.1	No. Cumple
5520-B	Aceites y grasas totales	100 mg/l	150 mg/l	OK
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	471 mg/l	400 mg/l	No. Cumple
5200-B	Oxígeno Disuelto	N.S.D	NO ESP	-
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	776 mg/l	900 mg/l	OK
2540-B	Sólidos Totales	1,509 mg/l	1,500 mg/l	No. Cumple
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	363 mg/l	400 mg/l	OK
2540-E	Sólidos Sedimentables	12 ml/h/l	NO ESP	-
5540-C	Sustancias Tenso activas al Azul de Metil	0.763 mg/l	10 mg/l	OK

**Tabla 21. Calidad del agua que entra ala planta No.1.**

**Fuente:** Estudio realizado por ENACAL en agosto del 2002.

**Interesado:** Ing. Sergio Vado.

**Fuente:** Aguas Residuales Domesticas.

**Ubicación:** Planta No.1 Salida.

**Fecha y hora de captación:** 19 de Agosto del 2002: 11:00 A.M.

Método	Parámetro Realizado	Valor/ Concentración	Decreto 33-95. Art 19	Valoración
4500-H <sup>+</sup>	PH	7.17	6.1	No. Cumple
5520-B	Aceites y grasas totales	N.S.D	150 mg/l	-
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno	337 mg/l	400 mg/l	OK
5200-B	Oxígeno Disuelto	N.S.D	NO ESP	-
5220-C	Demanda Química de Oxígeno	581 mg/l	900 mg/l	OK
2540-B	Sólidos Totales	700 mg/l	1,500 mg/l	OK
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	53 mg/l	400 mg/l	OK
2540-E	Sólidos Sedimentables	0.2 ml/h/l	NO ESP	-
5540-C	Sustancias Tensoactivas al Azul de Metil	0.635 mg/l	10 mg/l	OK

**Tabla 22. Calidad del agua que sale de la planta No.1.**

**Fuente:** Estudio realizado por ENACAL en agosto del 2012.



Comentarios: La muestra fue recolectada por personal del Lab F-Q PIDMA.

- NO. ESP: No esta especificado en las normas de calidad de agua para consumo humano.
- N.S.D: No se determinó.

Se utilizó los procedimientos establecidos por APHA, AWWA Y CEPIS en el Standard Methods for the Examination of water and Wastewater, 20th Edition, 1998.

Como se ha podido observar, la calidad del agua mejora considerablemente en la salida, salvo el valor del PH y algunos indicadores que no se determinaron. Es importante recalcar que este estudio se realizó en el 2002, pero de ese año a la fecha las condiciones no han mejorado y en ocasiones han se puede decir que han empeorado debido a que hay ocasiones en que se dañan los filtros y la descarga se hace directa. Para mejorar la calidad del agua que se descarga al rio ver propuesta de mejoramiento de la planta en la sección de Recomendaciones de este documento.

## Anexo 5. Encuesta aplicada.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

RECINTO UNIVERSITARIO RUBEN DARIO

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Fecha: \_\_\_\_\_

Encuesta del estado actual de la Red de Alcantarillado Sanitario

El objeto de la presente encuesta es establecer la situación actual de la calidad de servicio de Alcantarillado Sanitario que existe en la zona urbana del municipio de Darío, del departamento de Matagalpa.

Sugerencia: Responder con veracidad y marcar con una ✕ a la selección de preferencia.

1. Nombre del barrio \_\_\_\_\_

2. Encuesta número \_\_\_\_\_

3. La vivienda es

Propia      ☐ Propia      ☐

Si es propia:

4. ¿Cuánto años tiene de habitar en este barrio?

- a. De 1 a 5 años ☐
- b. De 6 a 10 años ☐
- c. De 11 años en adelante ☐

5. ¿Cuántas persona habitan en esta vivienda?

- a. De 1 a 4 personas ☐
- b. De 4 a más ☐

6. ¿Cuál de las siguientes alternativas es la que usa para la descarga de aguas negras en su vivienda?

a. Letrinas

☐

b. Sumidero

☐

c. Fosa séptica

☐

7. ¿De cuantos son sus ingresos semanales?

d. Menores a C\$ 500

☐

e. De C\$ 500 a C\$ 1,000

☐

f. Mayores a C\$ 1,000

☐

8. ¿Cree usted que el sistema que utiliza para la descarga de aguas negras en su vivienda, cumple con las medidas de higiene necesarias para evitar la contaminación del medio en qué usted habita?

Sí ☐

No ☐

9. ¿Considera de urgencia la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario en su barrio?

Sí ☐

No ☐

Si su respuesta es sí:

10. Estaría dispuesto (a) a pagar por este servicio

Sí ☐

No ☐

## Anexo 6. Fotografías.



**Foto 7. Panorama del barrio Luz Marina.**

**Fuente: Elaboración propia. Tomada en noviembre del 2011.**



**Foto 8. Pobladores construyendo un sumidero en el barrio Luz Marina.**

**Fuente: Elaboración propia. Tomada en noviembre del 2011.**





**Foto 9. Descarga de aguas grises a las calles. Barrio Finlandia**  
**Fuente: Elaboración propia. Tomada en noviembre del 2011.**



**Foto 10. Panorama de las calles del barrio Finlandia.**  
**Fuente: Elaboración propia. Tomada en noviembre del 2011.**

## **Anexo 7. Juego de planos**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA  
UNAN–MANAGUA  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

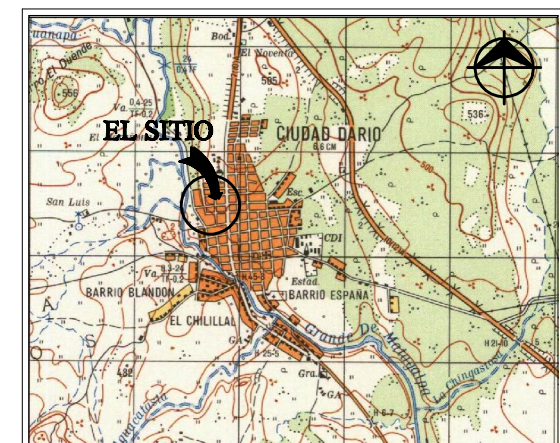


DISEÑO FINAL DEL SISTEMA DE RECOLECCION Y TRANSPORTE DE AGUAS  
RESIDUALES EN LOS BARRIOS: METAPA, LUZ MARINA, FINLANDIA Y VILLA  
HERMOSA EN EL CASCO URBANO DE CIUDAD DARIO–MATAGALPA



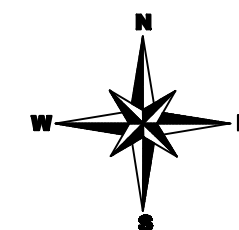
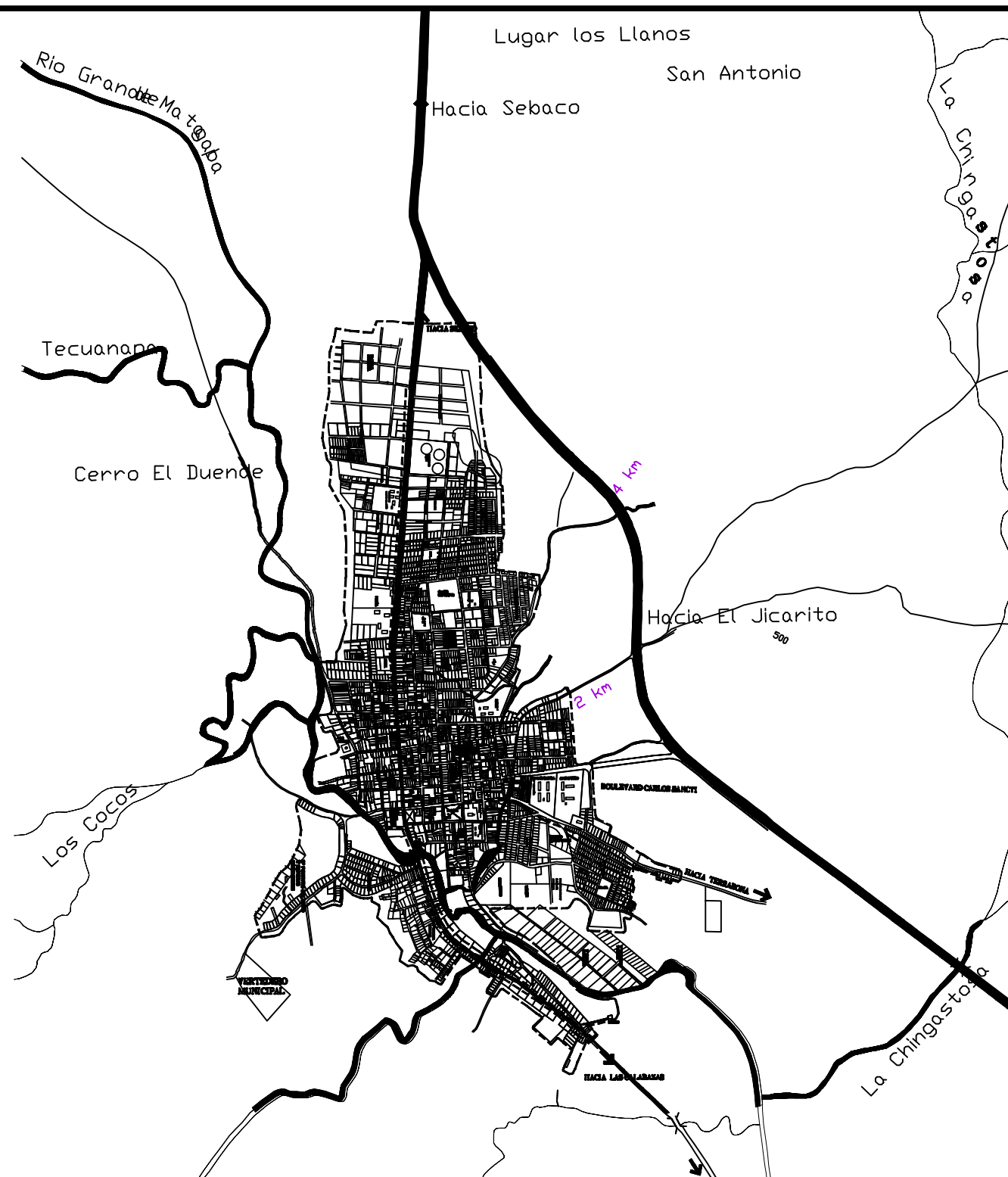
MACROLOCALIZACION

INDICE DE PLANOS					
Consecutivo	Formato	Contenido	Consecutivo	Particular	Contenido
1 de 30	A-3	CARATULA	16 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (8/22)
2 de 30	A-3	PLANO URBANISTICO	17 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (9/22)
3 de 30	A-3	CONTROL HORIZONTAL Y TOPOGRAFIA	18 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (10/22)
4 de 30	A-3	PLANO DE BM'S	19 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (11/22)
5 de 30	A-3	RED ACTUAL Y FUTURA CONEXIÓN	20 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (12/22)
6 de 30	A-3	DETALLES DE PLANTA ACTUAL.	21 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (13/22)
7 de 30	A-3	DETALLES GENERALES DE LA RED	22 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (14/22)
8 de 30	A-3	DETALLES MISCELANEOS DE LA RED	23 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (15/22)
9 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (1/22)	24 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (16/22)
10 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (2/22)	25 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (17/22)
11 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (3/22)	26 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (18/22)
12 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (4/22)	27 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (19/22)
13 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (5/22)	28 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (20/22)
14 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (6/22)	29 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (21/22)
15 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (7/22)	30 de 30	A-3	PLANTA-PERFIL (22/22)
			31 de 31	A-3	PLANTA-PERFIL (23/22)



MICROLOCALIZACION





**Diseñó:** Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

**Autorizó:**  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

**Escala:**  
1:25,000

**Fecha:**  
Febrero 2012

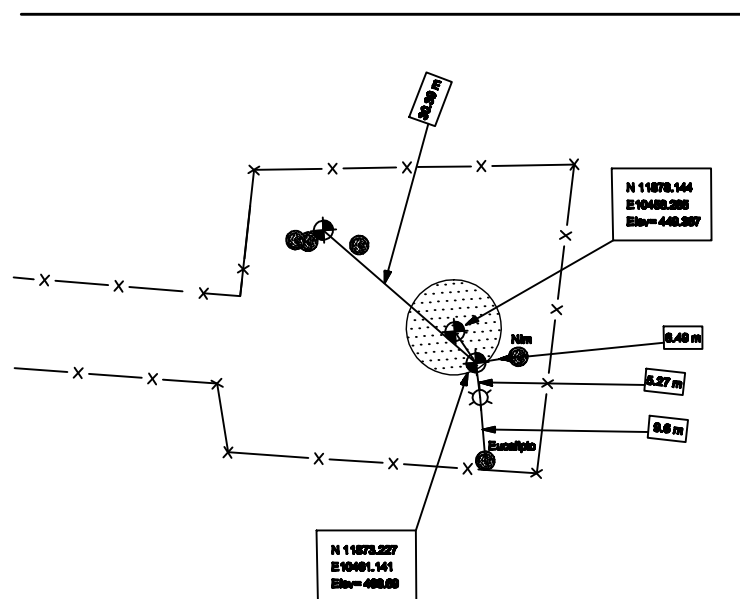
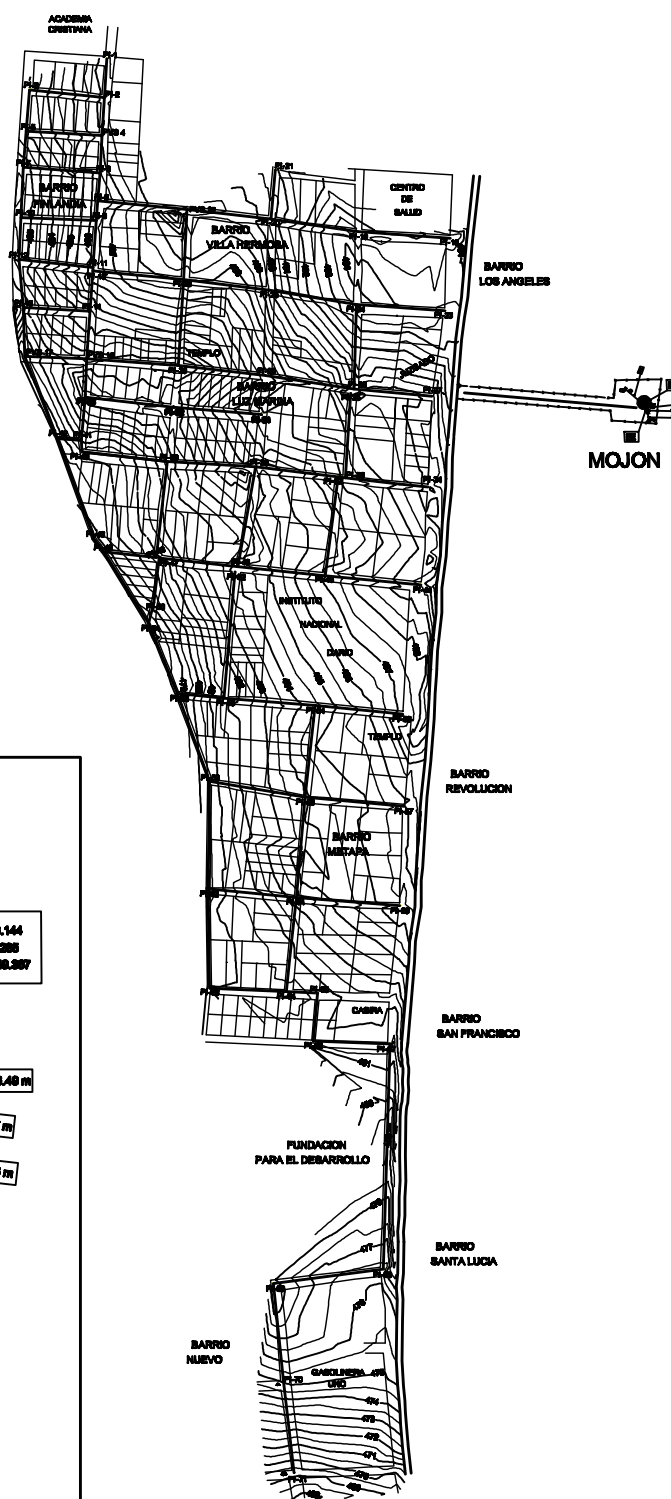
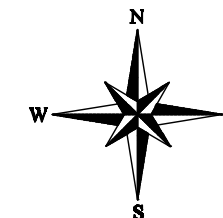
**Ubicación:**  
**Ciudad Darío**  
**Matagalpa-Nicaragua**

**Contenido:**  
**Plano Urbanístico.**

**Lamina**  
**A3**

Hoja	De
02	31





Detalle de Mojón

Escala

1:1,000

TABLA DE DERROTERO			TABLA DE DERROTERO		
LADO	RUMBO	DISTANCIA	LADO	RUMBO	DISTANCIA
1-2	S03°44'50"W	40.92	32-33	S83°37'43"E	93.41
2-4	S03°39'41"W	39.97	34-35	S83°44'25"E	86.97
4-6	N03°08'33"E	39.26	35-36	S03°34'15"W	89.04
6-8	N04°21'14"E	29.52	36-37	S83°02'31"E	8.05
8-9	N04°21'14"E	20.51	37-38	S83°02'31"E	87.18
9-11	N04°04'37"E	50.05	37-45	N07°24'16"E	104.58
11-13	N03°44'12"E	3.50	38-46	S10°03'17"W	106.38
13-14	N03°44'12"E	42.48	38-39	S86°19'17"E	93.07
14-16	N03°57'47"E	49.94	39-40	N83°37'04"W	90.58
16-33	N02°37'08"E	40.53	40-41	N02°11'57"W	12.46
33-41	S04°50'55"W	45.10	44-45	N84°30'05"W	101.27
41-42	N85°27'29"W	25.71	45-46	S84°03'44"E	92.13
21-20	S05°09'36"W	51.88	46-47	N83°51'14"W	83.59
18-19	S85°50'57"E	97.57	39-48	N06°39'30"E	102.12
19-20	S81°40'50"E	91.88	48-49	S83°41'31"E	55.15
20-22	S83°31'42"E	89.09	42-43	S20°12'35"E	113.53
22-8	N84°26'33"W	94.14	43-49	S37°23'46"E	16.86
2-3	N84°08'30"W	79.10	49-51	S31°50'31"E	88.40
3-5	S04°53'10"W	43.52	47-50	N06°39'38"E	47.38
4-5	N86°41'49"W	79.96	50-51	S14°48'22"W	22.40
5-7	S04°51'41"W	37.96	51-56	S22°31'30"E	79.89
6-7	S85°46'10"E	81.12	52-55	S05°05'25"W	133.50
7-10	S02°38'02"W	53.05	53-54	S84°17'19"E	92.31
9-10	S87°55'54"E	79.60	54-55	S85°35'40"E	96.68
10-12	S02°38'15"W	43.42	55-56	S84°07'39"E	48.87
11-12	S83°28'28"E	78.51	56-59	S20°09'26"E	98.25
12-15	N05°07'45"W	51.12	57-58	N84°43'35"W	104.34
23-24	N85°57'32"W	92.88	54-58	N06°16'56"E	97.30
24-25	S80°25'45"E	93.54	58-59	S80°26'55"E	101.94
25-26	S83°04'29"E	90.29	59-62	S00°45'18"W	113.32
26-13	S84°39'40"E	96.11	60-61	N85°31'20"W	108.78
27-28	S84°39'47"E	82.24	58-61	N05°01'32"E	105.85
24-28	S01°40'14"W	88.65	61-62	S84°25'57"E	93.19
28-29	S81°25'05"E	93.80	62-63	S00°45'34"E	104.49
29-30	S83°31'30"E	92.60	63-64	S87°30'20"E	80.76
26-30	S03°27'32"W	90.78	61-64	N06°09'28"E	99.53
22-26	S02°36'12"W	73.77	64-65	N87°39'40"W	33.03
30-16	N85°38'46"W	96.73	65-66	N05°19'34"E	50.46
14-15	S86°50'37"E	70.55	66-67	N87°53'29"W	81.03
15-17	N01°58'41"W	51.19	67-68	N01°45'20"E	237.20
16-17	S87°46'02"E	65.26	68-69	S82°42'00"W	116.34
17-41	S21°32'17"E	92.39	69-70	S05°40'39"E	103.49
31-32	S85°06'02"E	93.06	70-71	S06°44'13"E	97.01



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramòn Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala:  
1:7,000

Fecha:  
Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

Contenido:  
Control horizontal y  
Topografía

Lamina  
A3

Hoja	De
03	31

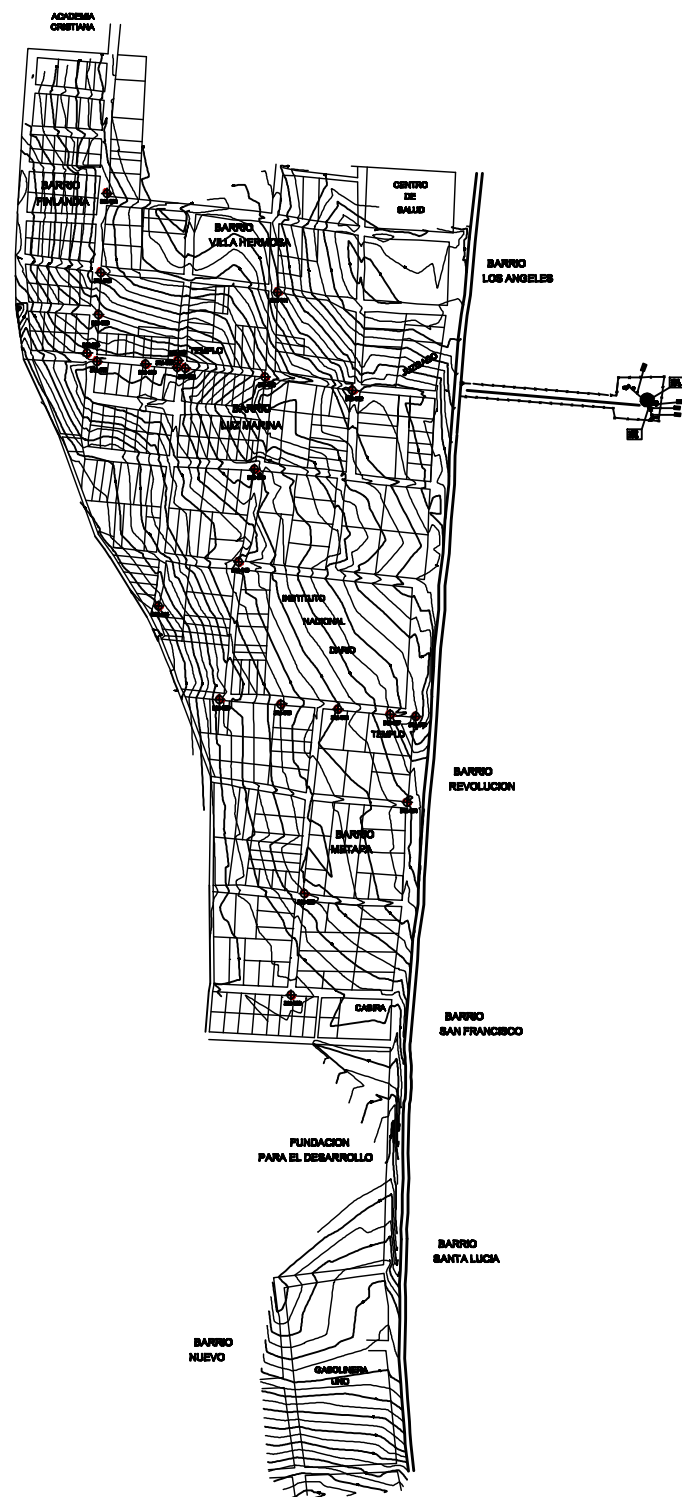
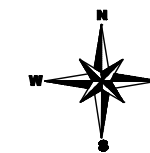


TABLA DE BM'S			
COORDENADAS			
BM	X	Y	Z
001	9889.890	12096.32	486.223
002	9883.320	12012.96	486.210
003	9880.800	11968.660	484.491
004	9869.070	11928.230	482.681
005	9879.540	11919.400	482.357
006	9930.700	11916.710	482.656
007	9964.630	11920.400	482.454
008	9963.940	11913.050	482.344
009	9972.260	11912.320	482.438
010	10056.420	11903.340	486.573
011	10069.350	11992.200	490.127
012	10148.280	11888.880	490.125
013	10045.150	11806.110	485.247
014	9943.960	11662.050	479.196
015	10028.460	11708.450	484.137
016	10214.620	11545.840	487.425
017	10187.940	11547.970	486.872
018	10132.840	11553.630	485.039
019	10072.770	11558.650	483.365
020	10008.410	11563.810	481.369
021	10205.890	11455.650	486.030
022	10097.490	11357.580	483.466
023	10083.710	11253.080	481.209



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala:  
1:7,000

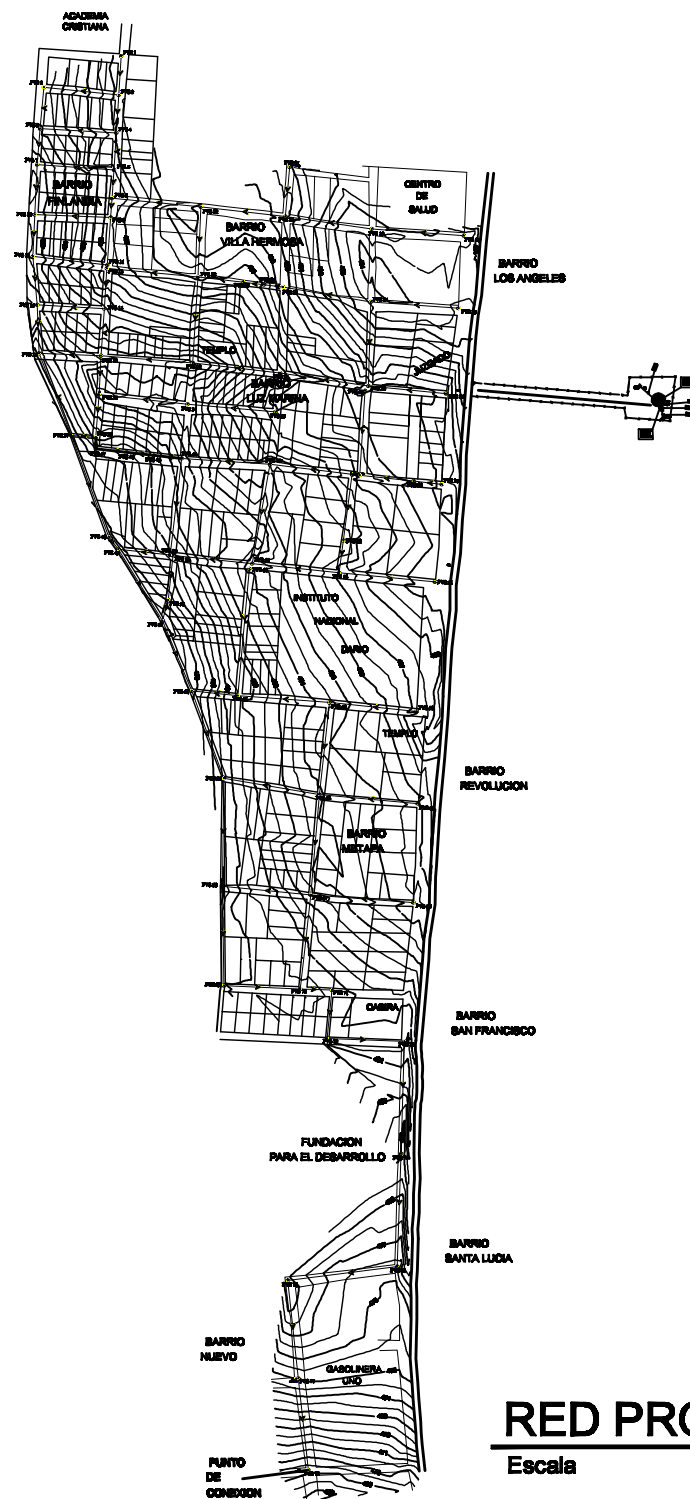
Fecha:  
Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

Contenido:  
Localización de Bancos de  
Marca (BM)

Lamina  
A3

Hoja	De
04	31



**RED PROPUESTA**  
Escala 1:7,000

**AREA QUE SE  
CONECTARA  
A LA RED**



- LEYENDA**
- Pozo de visita sanitario
  - Caja de registro
  - Tubería existente

**PLANO DE LA RED ACTUAL**  
Escala 1:10,000



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala:  
**Indicada**

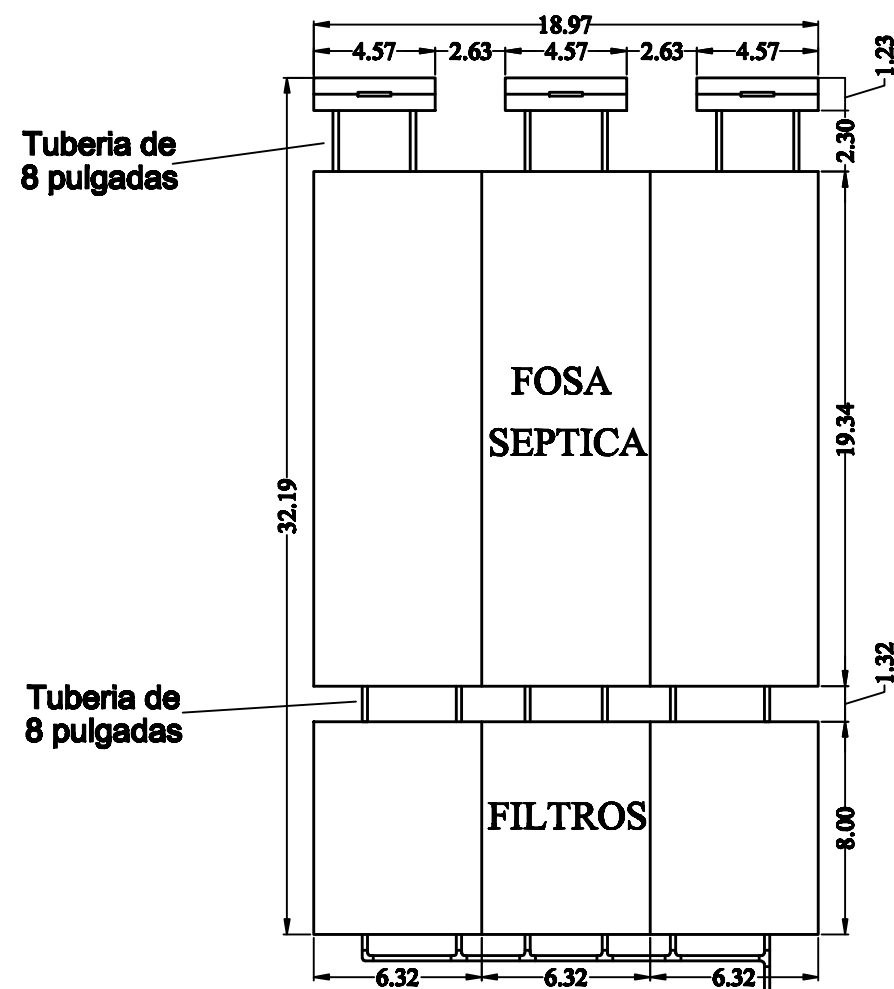
Fecha:  
**Febrero 2012**

Ubicación:  
**Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua**

Contenido:  
**RED ACTUAL Y FUTURA  
CONEXIÓN**

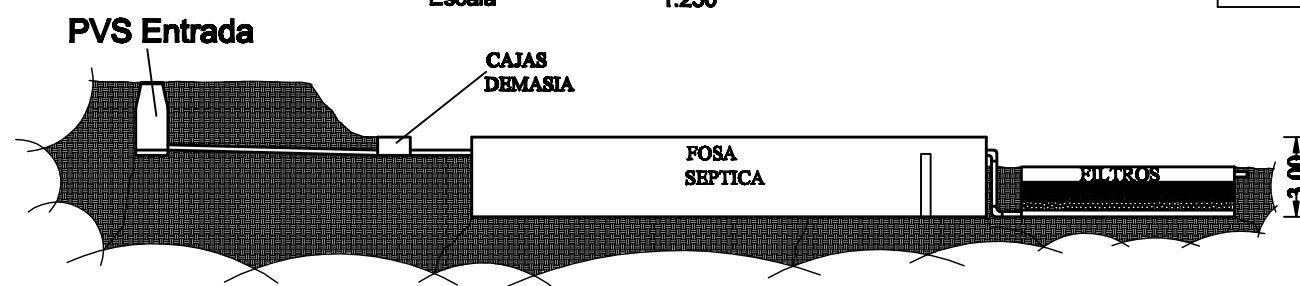
Lamina  
A3

Hoja	De
05	31



**Planta**

Escala 1:250



**Perfil**

Escala 1:250



**Detalles Planta de tratamiento**

Escala 1:1,500

**Notas:** En la entrada a la planta se encuentran las cajas de demasia con una profundidad de 0.70m, seguidamente estan las fosas septicas con una profundidad de 3.00m, seguidamente estan los filtros con una profundidad de 1.87m. Como se puede observar el filtro es ascendente compuesto de la siguiente manera: los primeros 0.35m bolon de 6 pulg, luego 0.35m de bolon de 3 pulg y 0.35m de grava de 1 pulg.



**Diseñó:** Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

**Autorizó:**  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

**Escala:**  
Indicada

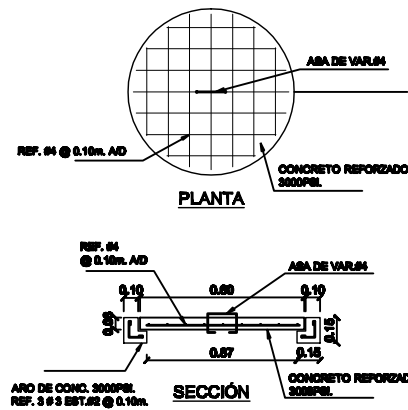
**Fecha:**  
Febrero 2012

**Ubicación:**  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

**Contenido:**  
Detalles de la planta de  
tratamiento existente.

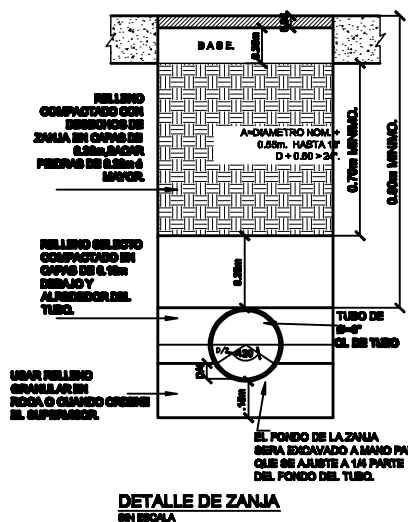
**Lamina**  
A3

Hoja	De
06	31

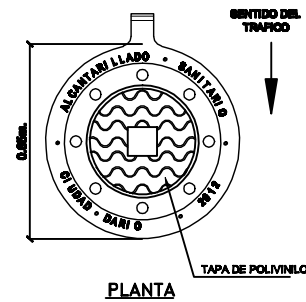


**DETALLE TAPA DE CONCRETO PARA DE POZO DE VISITA**  
SIN ESCALA

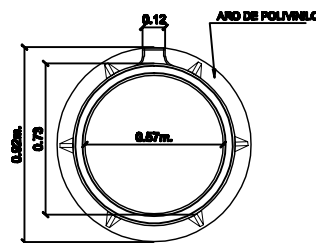
LAS TAPAS DE CONCRETO IRAN COLOCADAS EN LOS POZOS DE VISITA QUE ESTEN EN CALLES SIN REVESTIMIENTO. EN CASO QUE LAS CALLES SE REVESTIRAN SE DEBERA USAR TAPAS DE POLIVINILO. VER DETALLES



**DETALLE DE ZANJA**  
SIN ESCALA

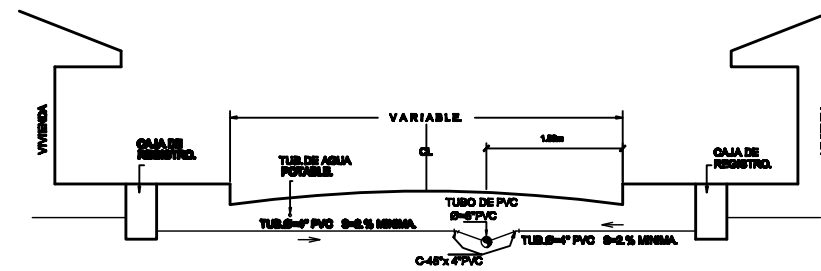


**PLANTA**

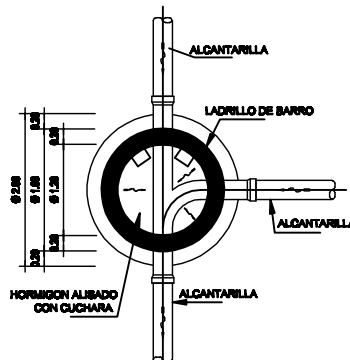


**DETALLE TAPA DE POLIVINILO PARA POZO DE VISITA**  
SIN ESCALA

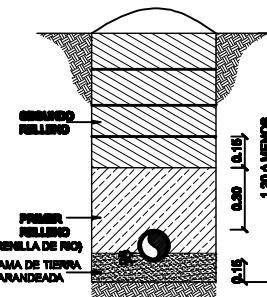
ESTAS TAPAS DE POLIVINILO IRAN COLOCADAS EN LOS POZOS QUE ESTEN EN CALLES CON REVESTIMIENTO ASFALTICO Y/O ADOQUINADO



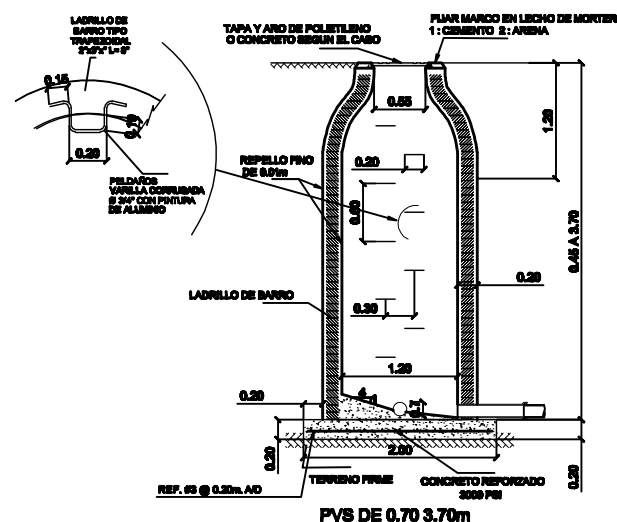
**ESQUEMA DE CONEXION DOMICILIAR EN CALLES Y AVENIDAS**  
SIN ESCALA



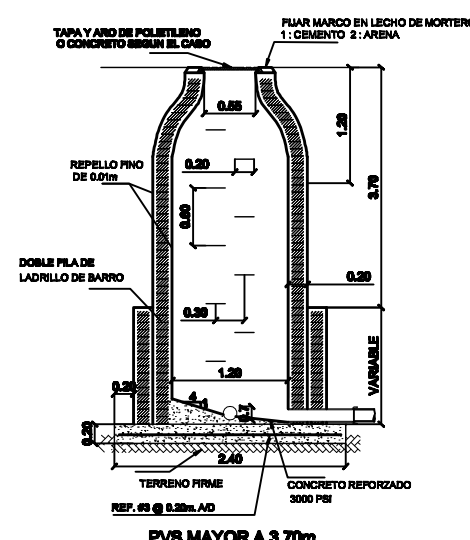
**SECCION TIPICO DE POZO**



**RELLENO EN ZANJAS DE 1.20 m ó MENOS**  
SIN ESCALA



**PVS DE 0.70 A 3.70m**



**PVS MAYOR A 3.70m**

## NOTAS

- RELLENO Y COMPACTACION EN TRAMOS CON TUBERIAS DE 1.20 m ó MENOS DE PROFUNDIDAD:**
- PARA LA SUELO DEL RELLENO DEBE SER COLOCADO EN CAPAS HORIZONTALES DE 15 A 20 cm DE ESPESOR, DEBEN APLICARSE TODO EL ANCHO DE LA SECCION Y SER ESPACIADAS SUAVEMENTE.
  - LOS RELLENOS POR CAPAS HORIZONTALES DEBEN SER EJECUTADOS EN UNA LONGITUD QUE HAYA FRACTURE LOS METODOS DE AGUERO, MEDIDA, PESO O SIEGRO Y COMPACTACION USADOS.
  - EL CONTRATISTA DEBETIA LOS RELLENOS DE TAL MANERA QUE TENGAN EN TODO PUNTO LA FUERTE, EL ANCHO Y LA SECCION TRANSVERSAL ESTABLECIDA EN LOS PLANOS, VER DETALLE.
- METODO DE COMPACTACION:**
- EL PRIMER RELLENO COMPACTADO QUE COMPRIENDE A PARTIR DE LA CAMA DE APOYO DE LA TUBERIA, HASTA 0.30 m POR ENCIMA DEL LOMO DEL TUBO SERA DE MATERIAL SELECTO, ESTE RELLENO SE COLOCARA EN CAPAS DE 0.15 m DE ESPESOR TERMINADO, COMPACTANDOLO INTERVALANTE CON PISOS MANUALES DE 25 A 30 kg DE PESO, TENDIENDO CUIDADO DE NO DAÑAR LA TUBERIA.
  - EL SEGUNDO RELLENO COMPACTADO, ESTARA COMPACTADO ENTRE EL PRIMER RELLENO HASTA EL NIVEL SUPERIOR DEL TUBO Y SERA DE MATERIAL DE LA EXCAVACION DEL SECCIONADO, SE HARA POR CAPAS NO MAYORES DE 0.15 m DE ESPESOR, COMPACTANDOSE CON PISOS MANUALES.
  - LOS RELLENOS SERAN COMPACTADOS AL 95% PROCTOR, UTILIZANDO EL LAZADO DE SUELO PARA VERIFICAR LO COMPLETO DE LA COMPACTACION.

## NOTAS GENERALES.

- LA TAPA DE LOS POZOS DE VISITA DEBEN SER COLOCADA EN CALLES REVESTIDAS O A COMO LO APARECE EL DISEÑO DEL PROYECTO.
- EL ANCHO DE ZANJA NO DEBERA EXCEDIR EL DIAMETRO NOMINAL DE LA TUBERIA + 30 mm.
- EL CONTRATISTA DEBERA CONSTRUIR LAS CORDONERIAS DE TUBERIA PROYECTADAS A LOS POZOS DE VISITA DEBETIENDO DE AGUERO EN LOS DETALLES MUESTRADES O COMO LO REQUISITO EL SUBSISTENTE, SE DEBERA CONSTRUIR LAS CORDONERIAS DE TUBERIA EN LOS PVS EXISTENTES.
- TODAS LAS TUBERIAS DEBEN SER PVS-AL.
- LOS DIAMETROS A INSTALAR SE DEBEN EN LOS PLANOS.
- EL SUELO DE LAS ALICATILLAS DEBERA QUEDAR A LO MENOS DE LA SECCION DEBIDA.
- EN LAS CALLES CRUZADAS DEBEN SER COLOCADAS LAS ALICATILLAS EN LA LINDA CENTRAL A LA LINDA DE LA CALLE, EN LAS AVENIDAS CRUZADAS DEBEN SER COLOCADAS LAS ALICATILLAS EN LA LINDA CENTRAL A LA LINDA DE LA CALLE, EN LAS CALLES Y AVENIDAS QUE TENDAN UN ANCHO SUPERIOR A 1.20 m DEBEN SER COLOCADAS LAS ALICATILLAS EN LA LINDA CENTRAL A LA LINDA DE LA CALLE.
- EL CONTRATISTA DEBERA CONSTRUIR LAS CORDONERIAS DEBETIENDO EN LOS PVS EXISTENTES.
- PARA PVS QUE TENGAN ALTURAS MAYOR O IGUAL A 3.00m IRAN CON DOBLE PARED Y EN LA LOMA CON HERRIO DE REFUERZO.
- TODA LA TUBERIA DE ALICATILLADO SANITARIO IRA COLOCADA DE LA SIGUIENTE FORMA:  
EN LAS CALLES: EN LA LINDA NORTE  
EN LAS AVENIDAS: EN LA LINDA NORTE
- EL CEMENTO PORTLAND SERA TIPO I (NORMAL) Y DEBERA CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES INDICADAS EN EL 189.11 DEL RD-49 (ASTM C-150).
- EL ACERO DE REFUERZO DEBERA CUMPLIR LA ESPECIFICACION ASTM A-615 CON UN LITE DE FUERZA DE 250 MPa, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES ASTM A-615, EN CASO QUE LAS VARIAS DEBEN ESTAR LAMPAS Y LIBRE DE BOCANAS, TRAZOS DE OXIDACION AVANZADA, GRASAS Y OTROS IMPUREZAS O IMPUREZAS QUE AFECTEN SUS PROPIEDADES FISICAS, RESISTENCIA O SU ADHERENCIA AL CONCRETO.
- LOS LADRILLOS DE BARRO DEBEN SER TRIDIMENSIONALES, SOLIDOS, SIN COCCIDOS, LIBRES DE QUEMADURAS Y RAJADURAS Y PERFECTAMENTE ACABADOS, LOS LADRILLOS DEBEN SATISFACER LOS REQUISITOS DE LA ESPECIFICACION 18041 DEL RD-49.
- LOS PILDAROS PARA LAS ESCALERAS DEBEN SER DE VARIAS LINDAS DE HERRIO DULCE SOLIDO, DE 24 mm DE DIAMETRO, BALANZANDO BASTO CALIENTE DESPUES DE FABRICADOS Y DE LAS DIMENSIONES Y LA FORMA QUE REQUIERAN LOS PLANOS.



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala:  
Indicada

Fecha:  
Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

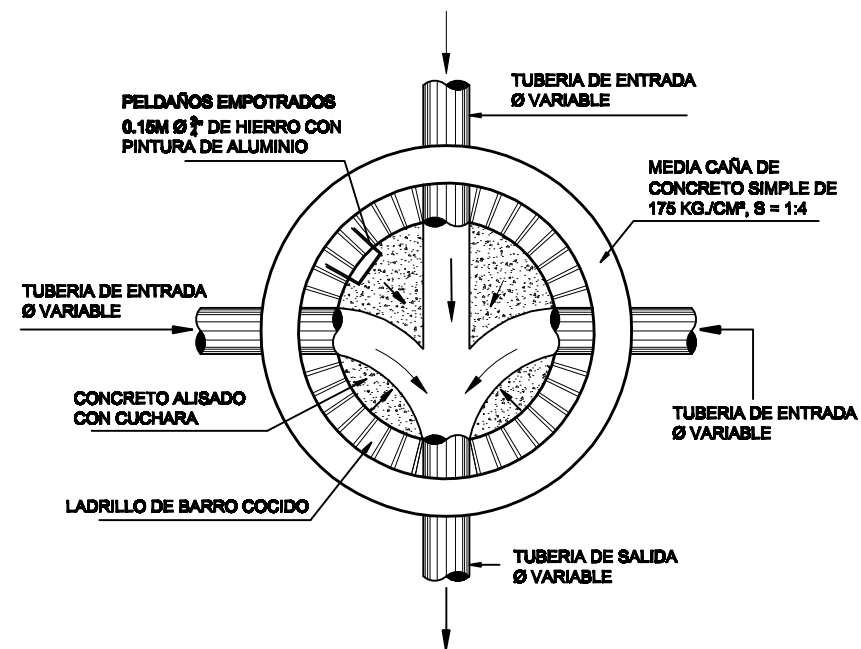
Contenido:  
Detalles generales de  
Alcantarillado sanitario

Lamina  
A3

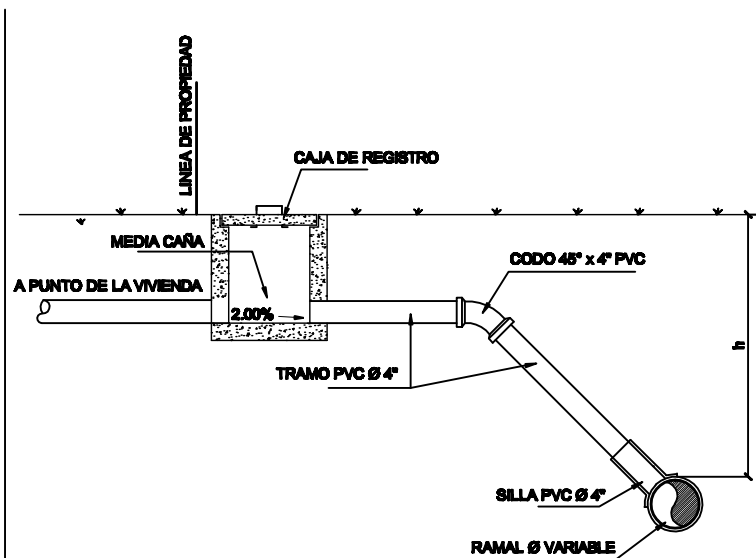
Hoja  
07

De  
31

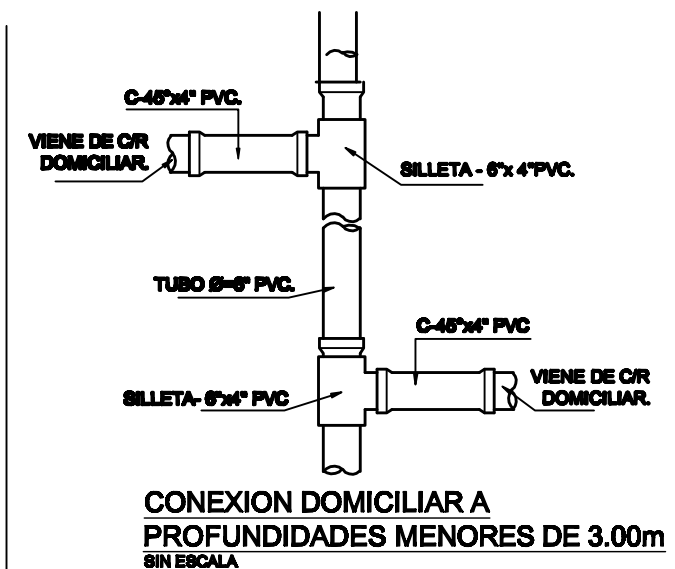




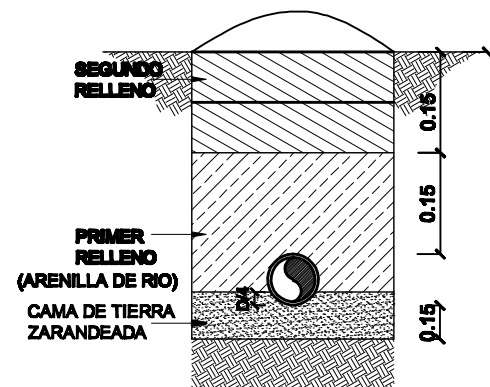
**DETALLE PARA MEDIA CAÑA**  
SIN ESCALA



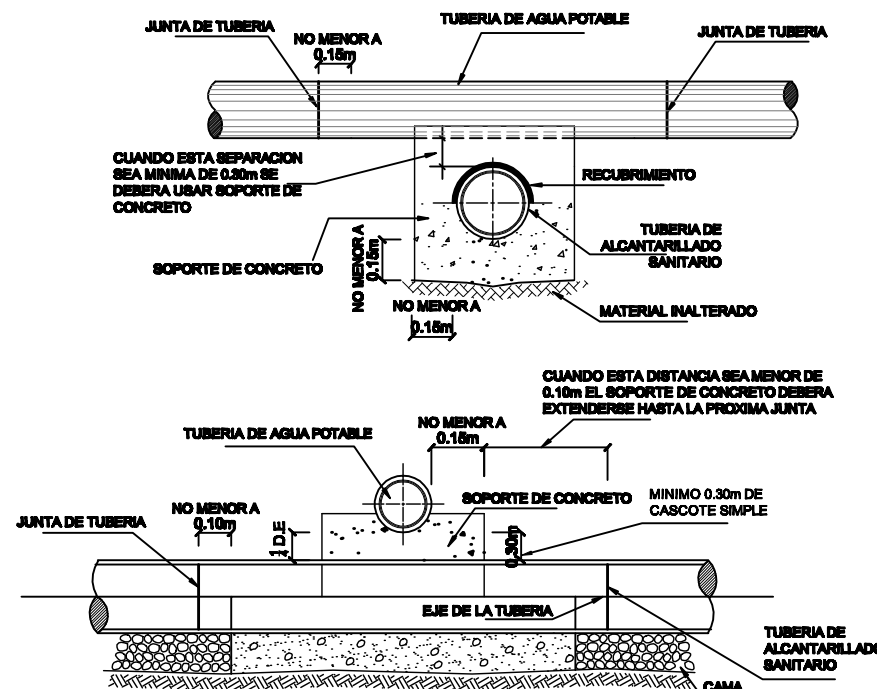
**DETALLE DE CONEXION DOMICILIAR**  
SIN ESCALA



**CONEXION DOMICILIAR A PROFUNDIDADES MENORES DE 3.00m SIN ESCALA**



**RELLENO EN ZANJAS DE 0.45m**  
SIN ESCALA



**CRUCE DE TUBERIA DE AGUA POTABLE CON TUBERIA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**  
SIN ESCALA



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala:  
Indicada

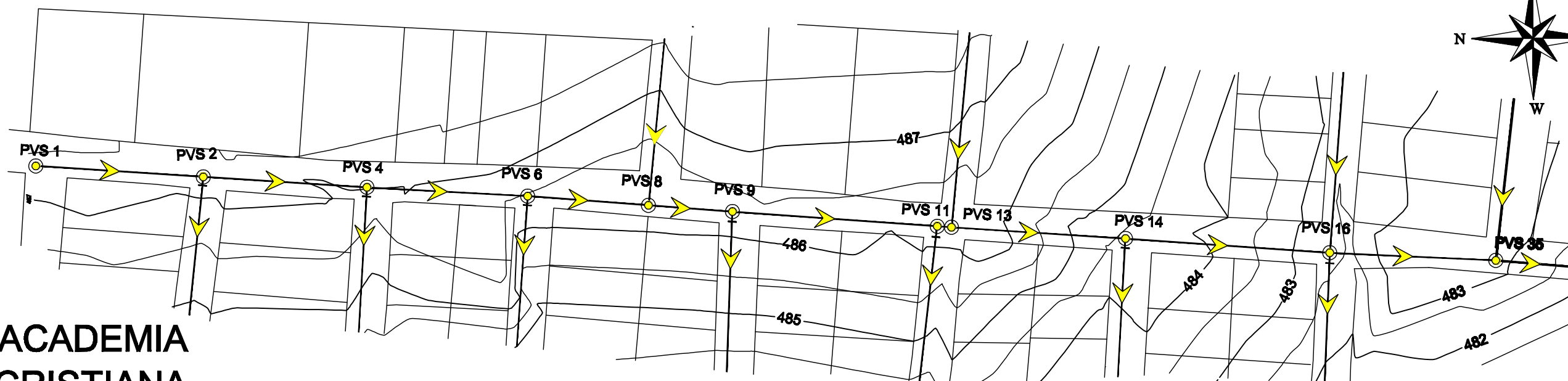
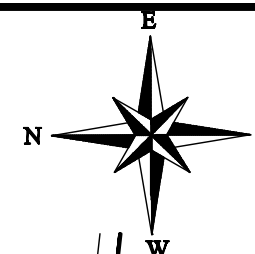
Fecha:  
Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

Contenido:  
Detalles miscelaneos de  
Alcantarillado sanitario

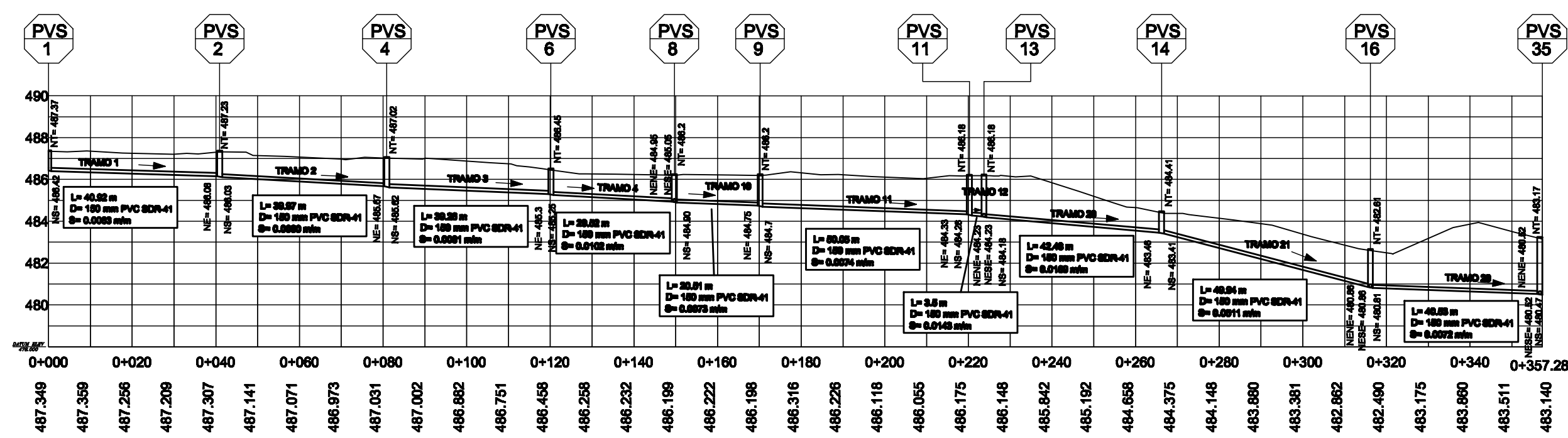
Lamina  
A3

Hoja	De
08	31



ACADEMIA  
CRISTIANA

### PLANTA



### PERFIL



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

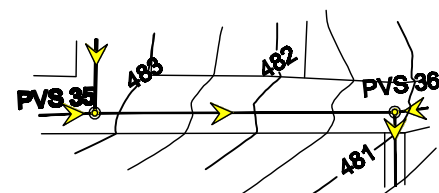
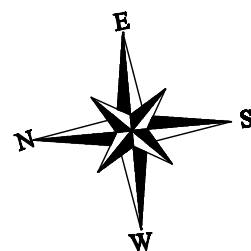
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

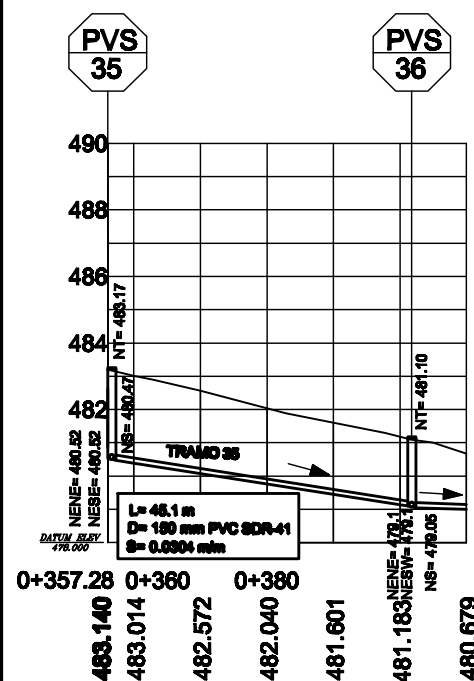
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (1/23)

Lamina  
A3

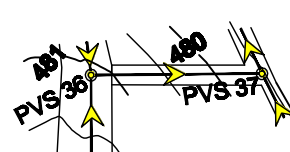
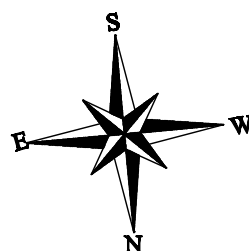
Hoja	De
09	31



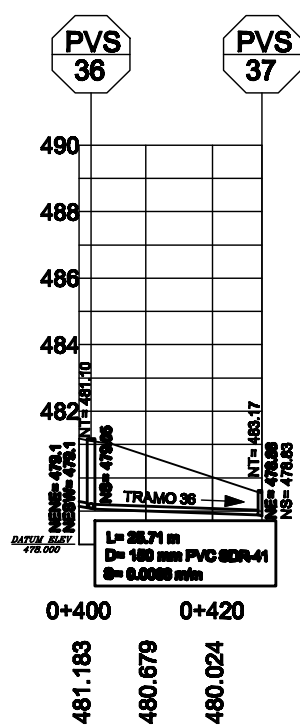
**PLANTA**



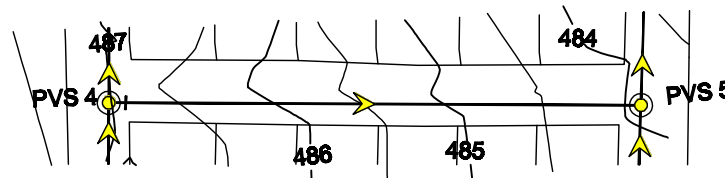
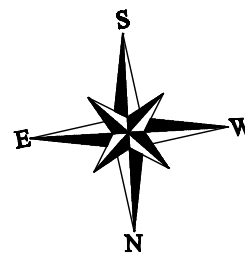
**PERFIL**



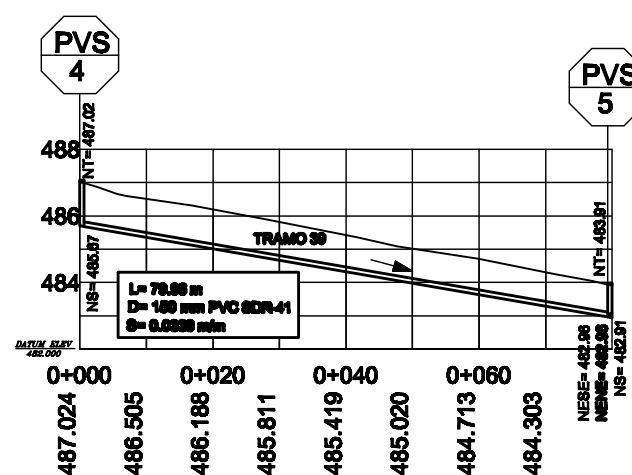
**PLANTA**



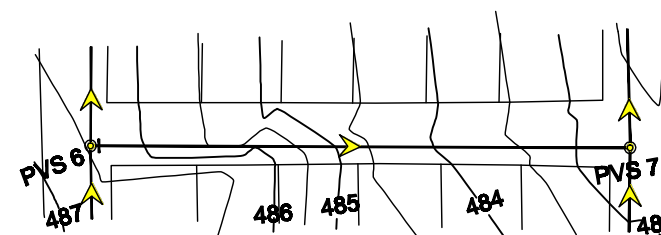
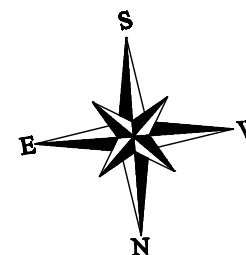
**PERFIL**



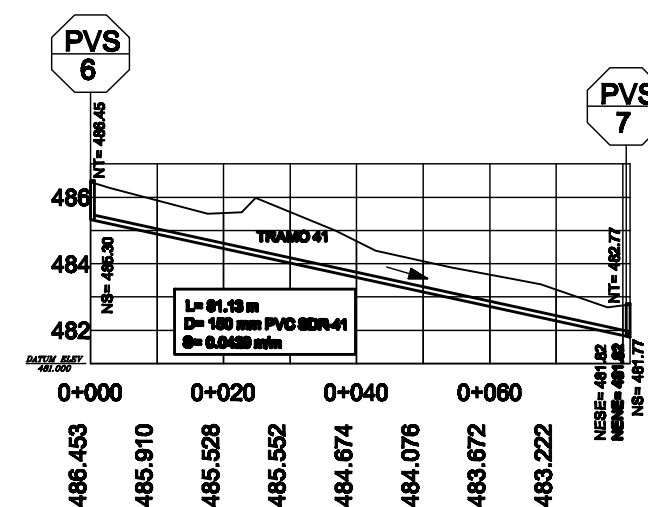
**PLANTA**



**PERFIL**



**PLANTA**



**PERFIL**



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

Fecha: Febrero 2012

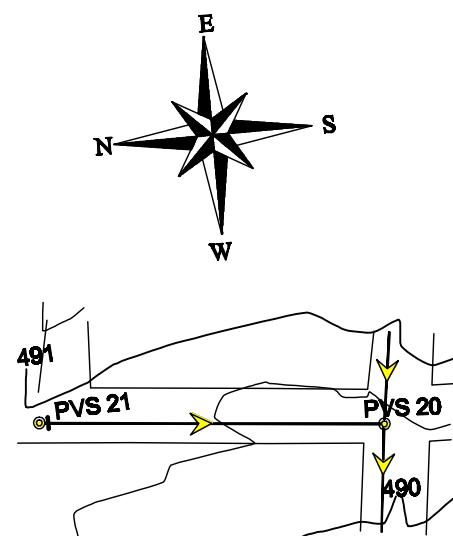
Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (2/23)

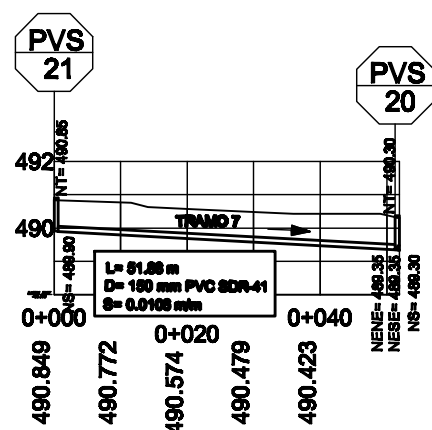
Lamina  
A3

Hoja	De
10	31

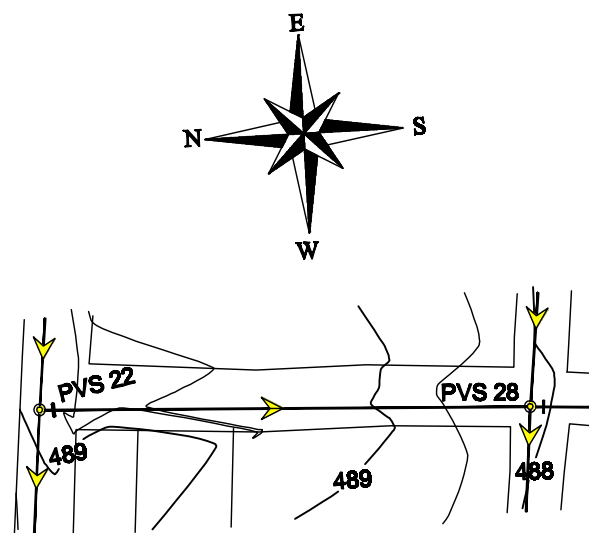




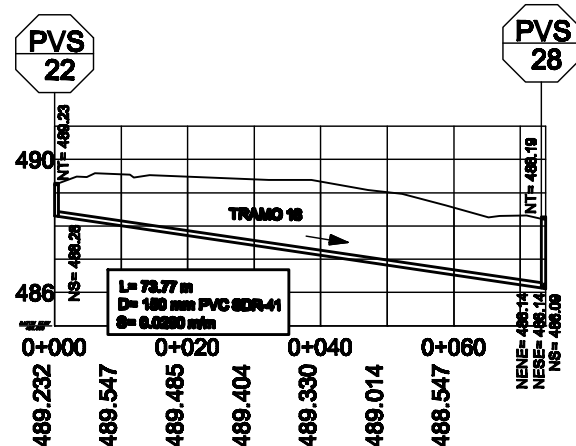
**PLANTA**



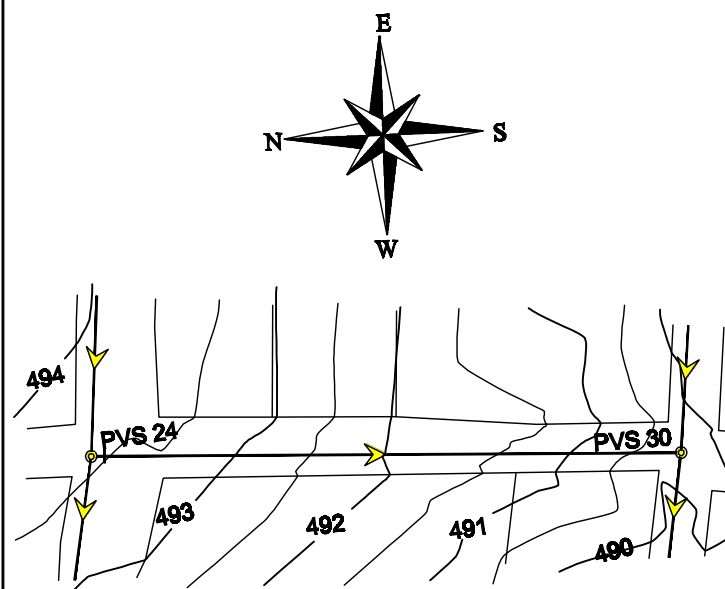
**PERFIL**



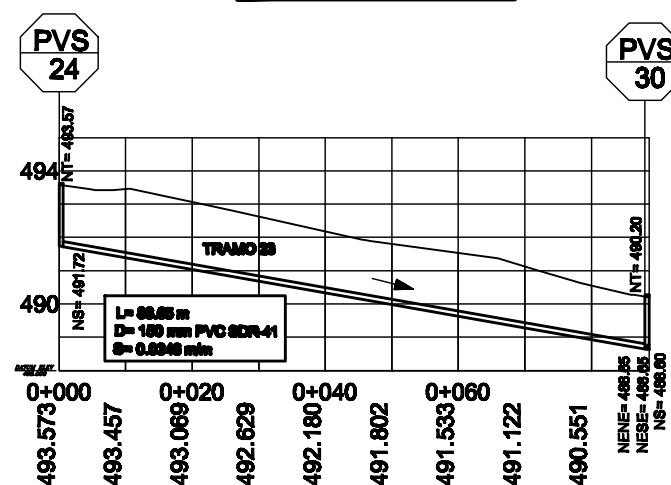
**PLANTA**



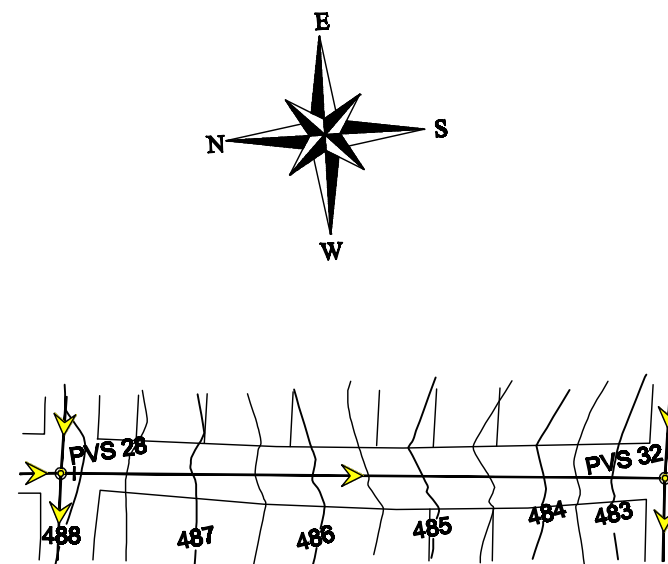
**PERFIL**



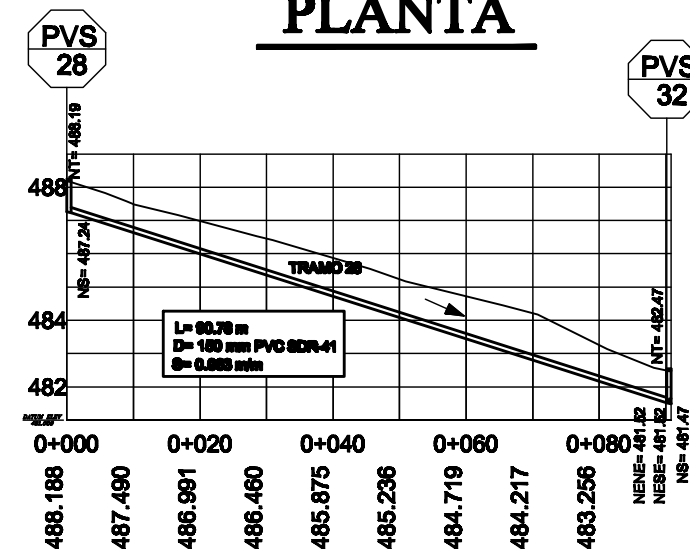
**PLANTA**



**PERFIL**



**PLANTA**



**PERFIL**



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

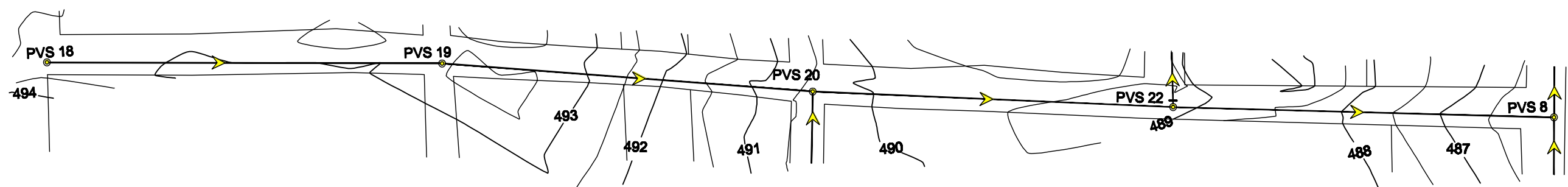
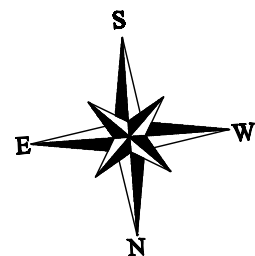
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

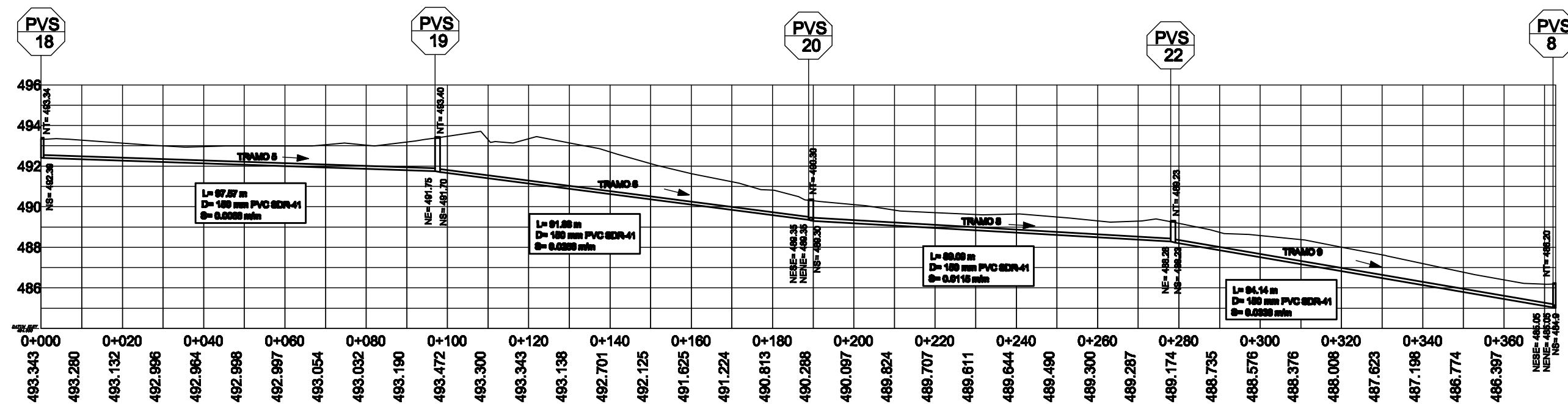
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (3/23)

Lamina  
A3

Hoja	De
11	31



## PLANTA



## PERFIL



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

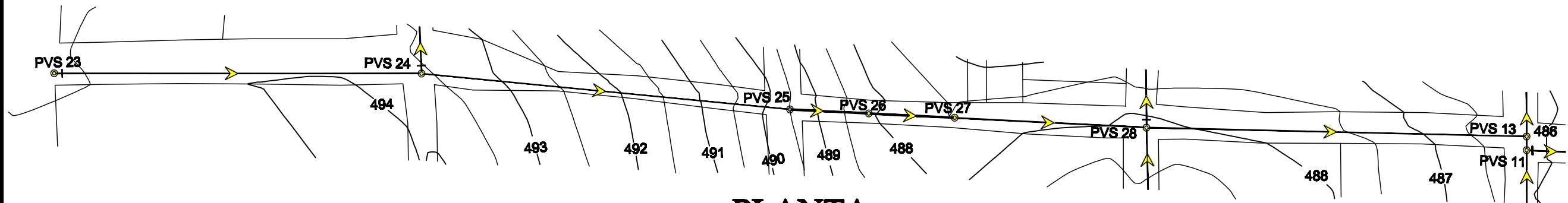
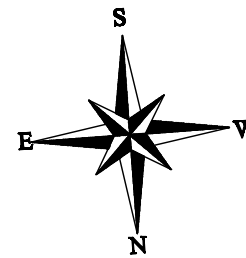
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

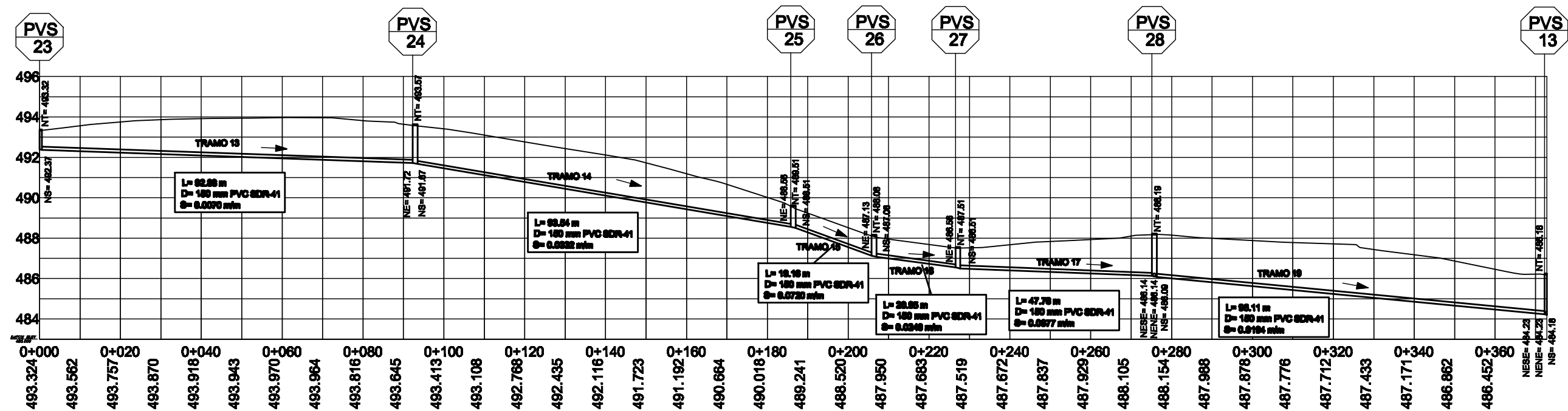
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (4/23)

Lamina  
A3

Hoja	De
12	31



## PLANTA



## PERFIL



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

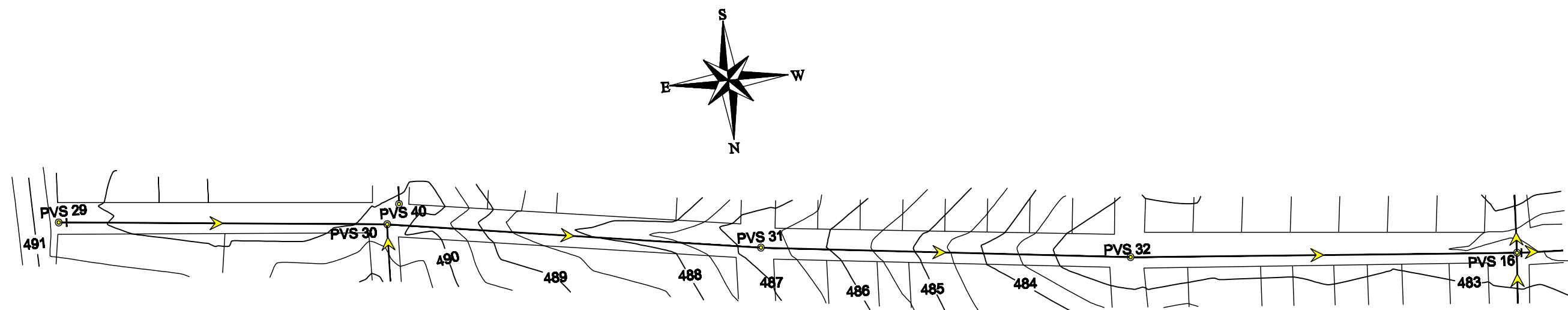
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

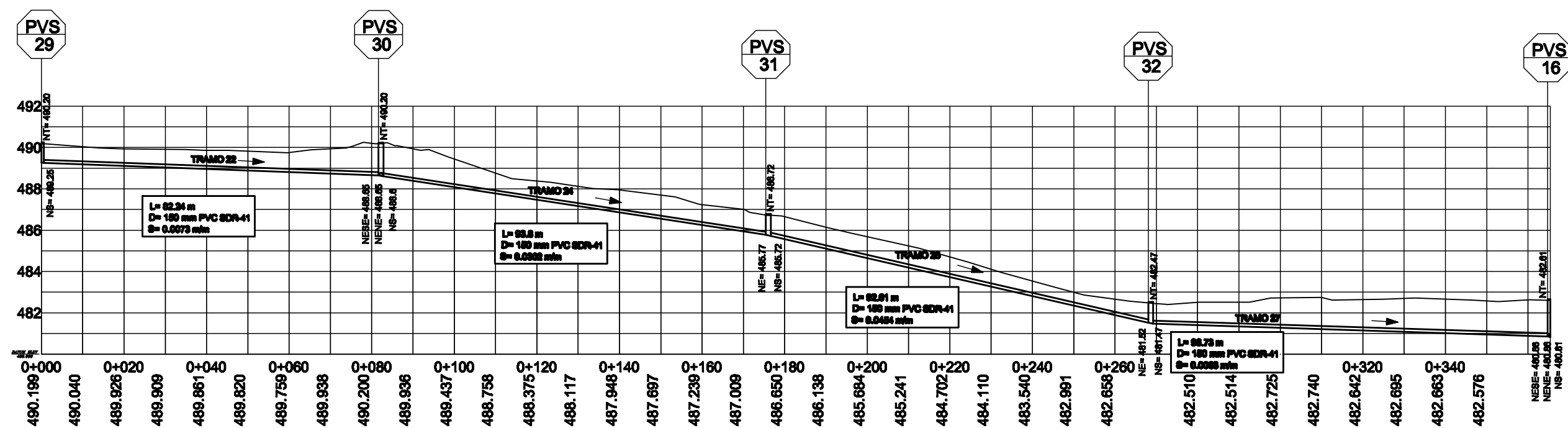
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (5/23)

Lamina  
A3

Hoja	De
13	31



## PLANTA



## PERFIL



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

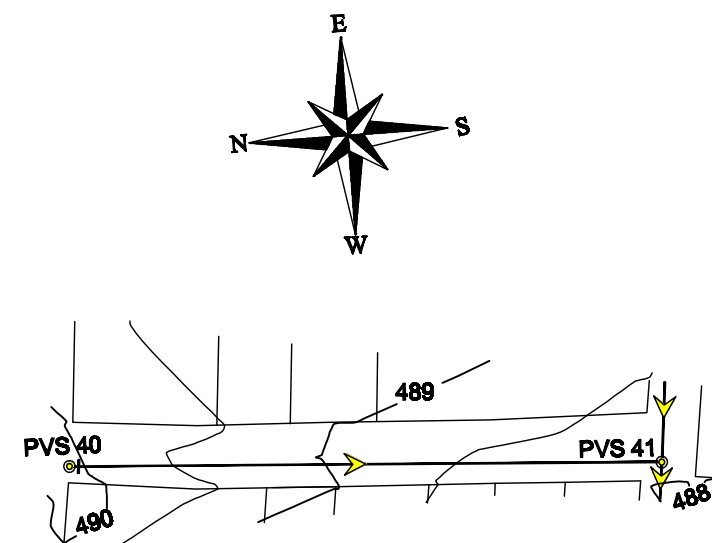
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

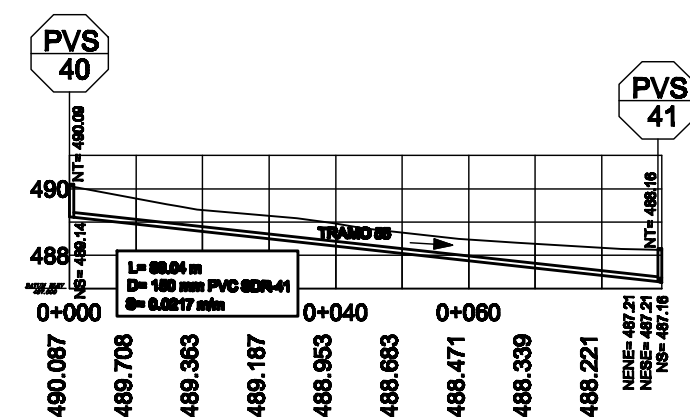
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (6/23)

Lamina  
A3

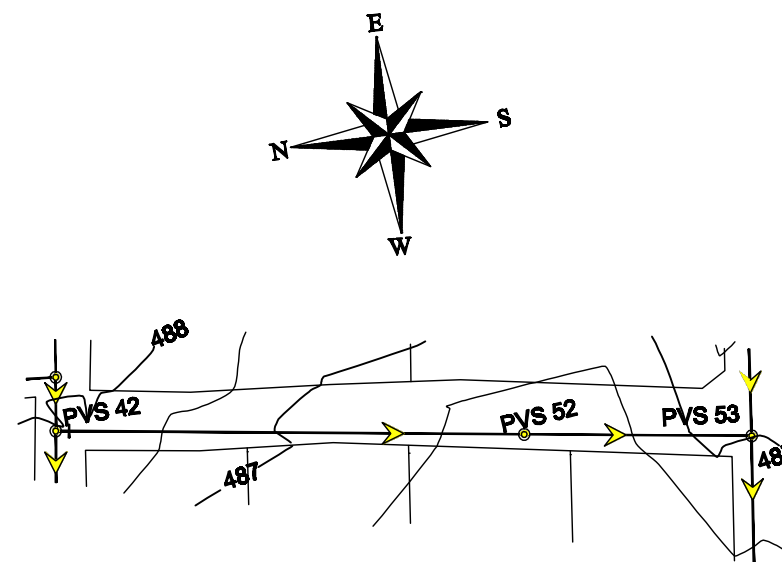
Hoja	De
14	31



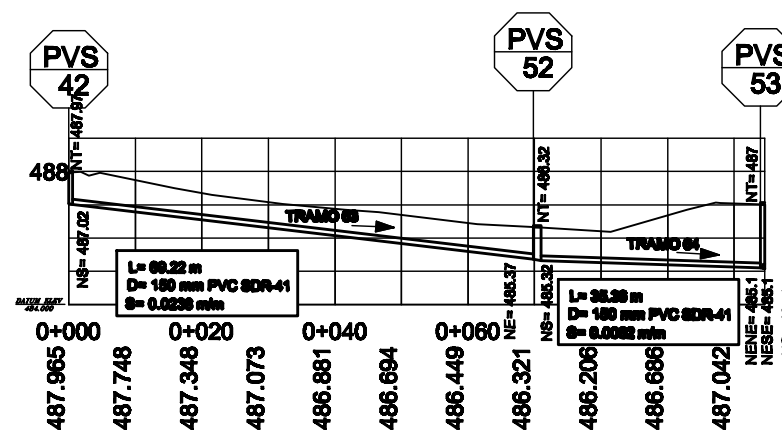
**PLANTA**



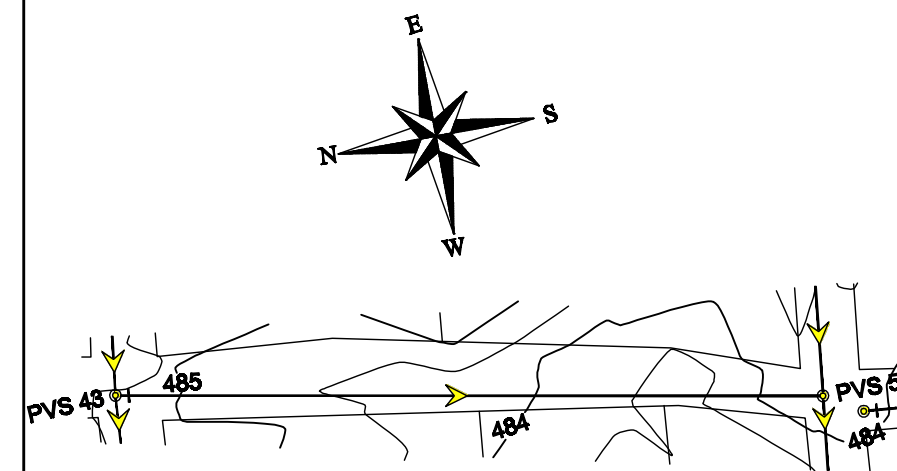
**PERFIL**



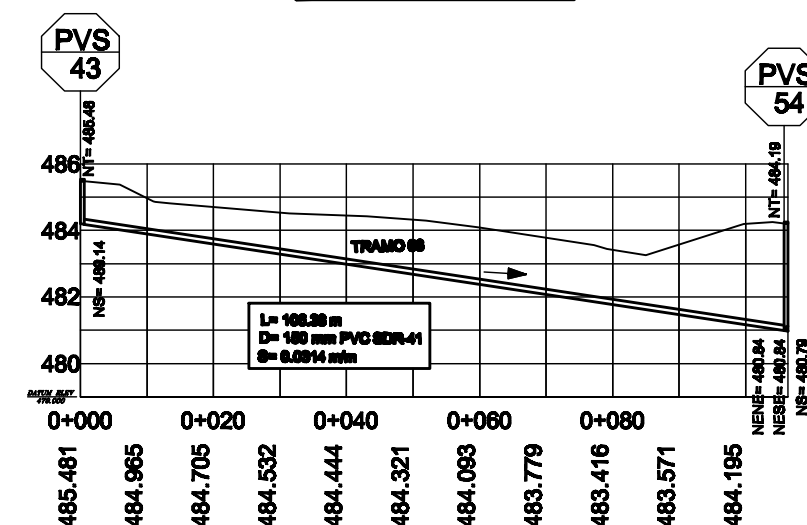
**PLANTA**



**PERFIL**



**PLANTA**



**PERFIL**



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

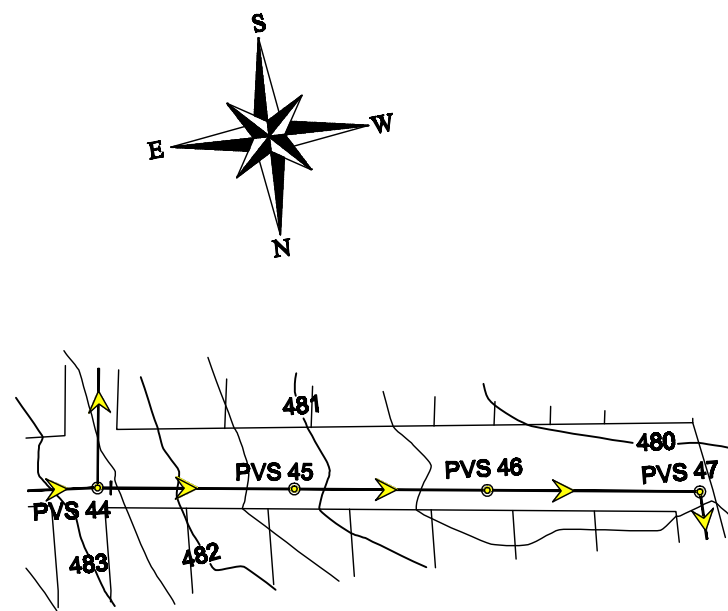
Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

Fecha: Febrero 2012

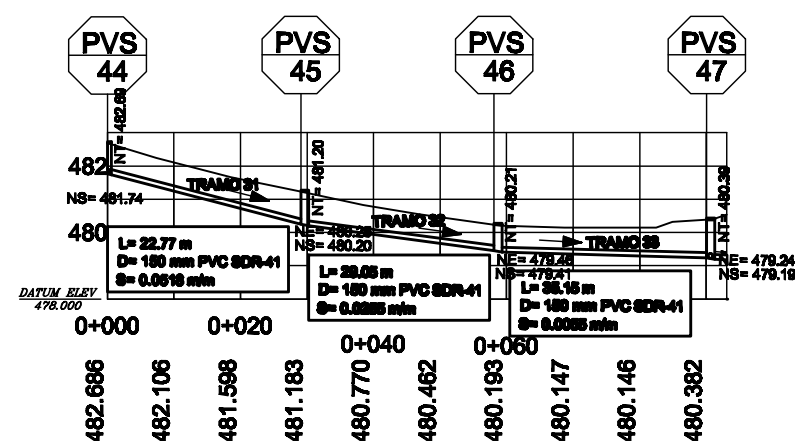
Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (7/23)

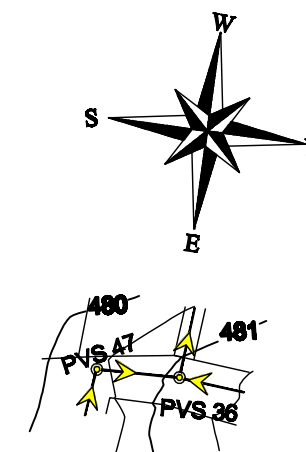
Lamina  
A3  
Hoja De  
15 31



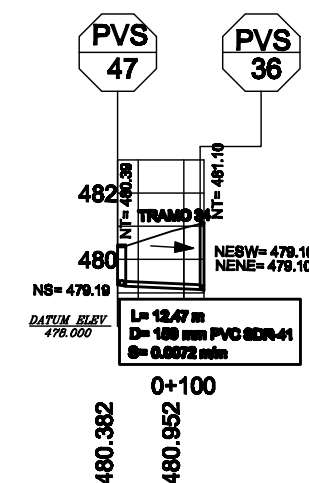
**PLANTA**



**PERFIL**



**PLANTA**



**PERFIL**



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

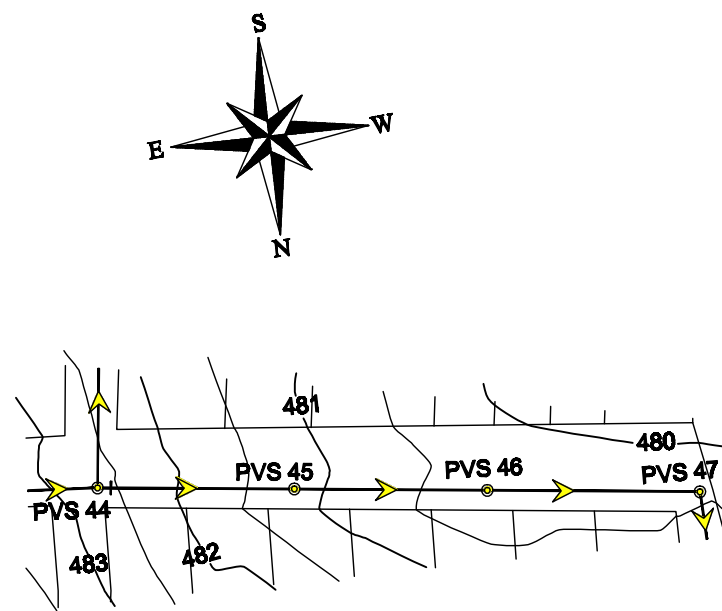
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

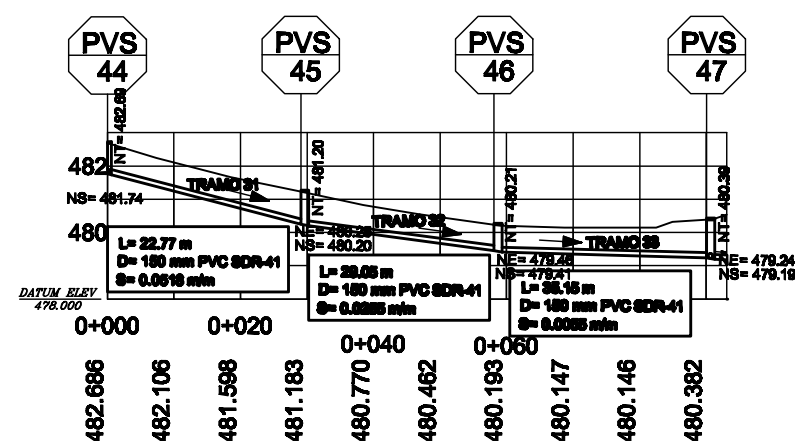
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (8/23)

Lamina  
A3

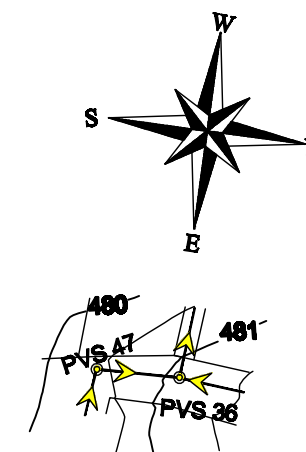
Hoja	De
16	31



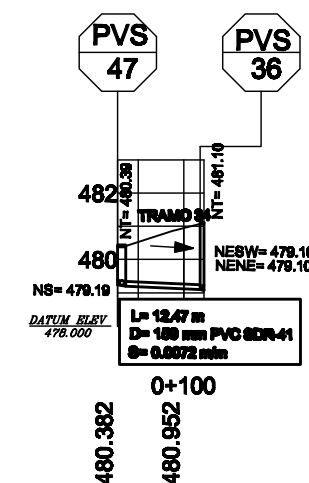
**PLANTA**



**PERFIL**



**PLANTA**



**PERFIL**



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

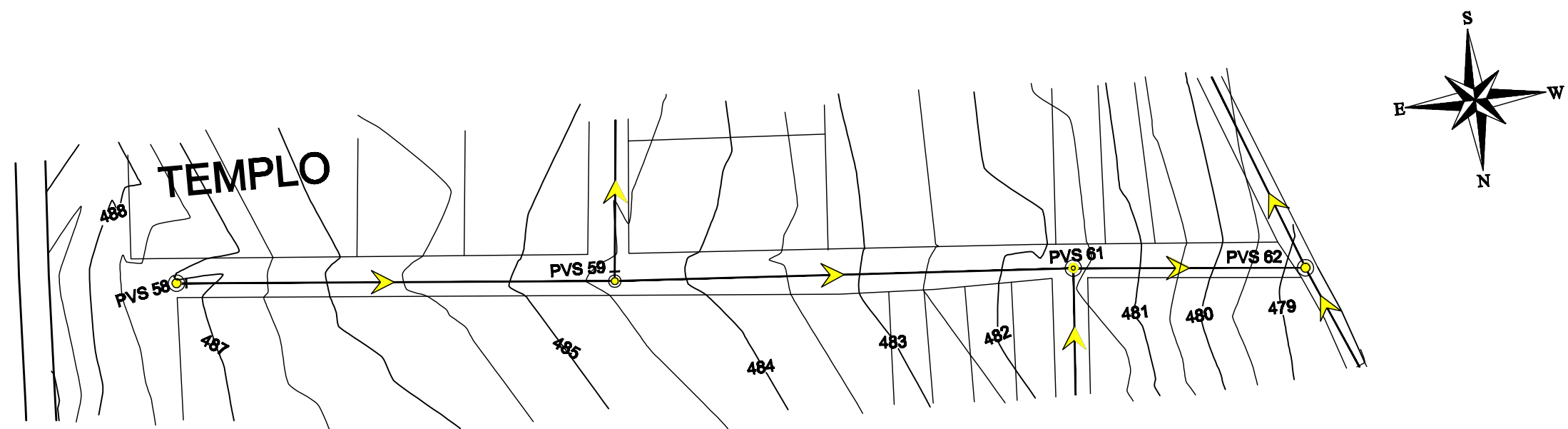
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

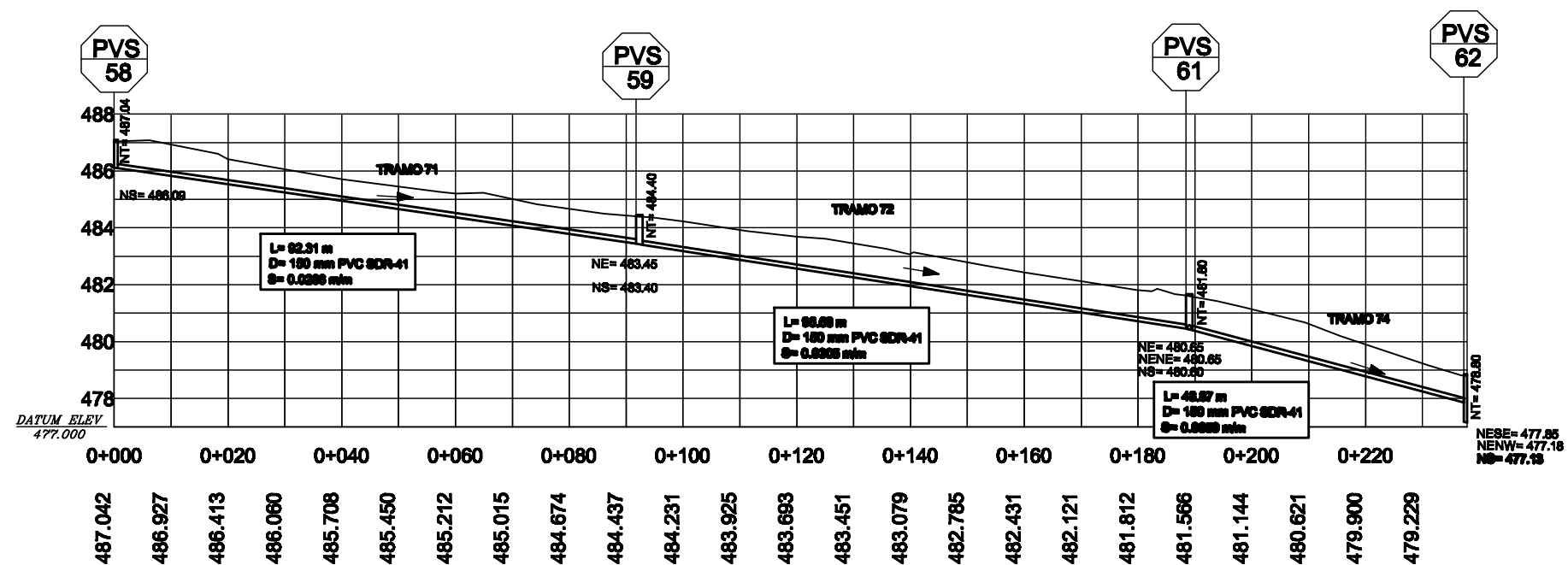
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (8/23)

Lamina  
A3

Hoja	De
16	31



## PLANTA



## PERFIL



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

Fecha: Febrero 2012

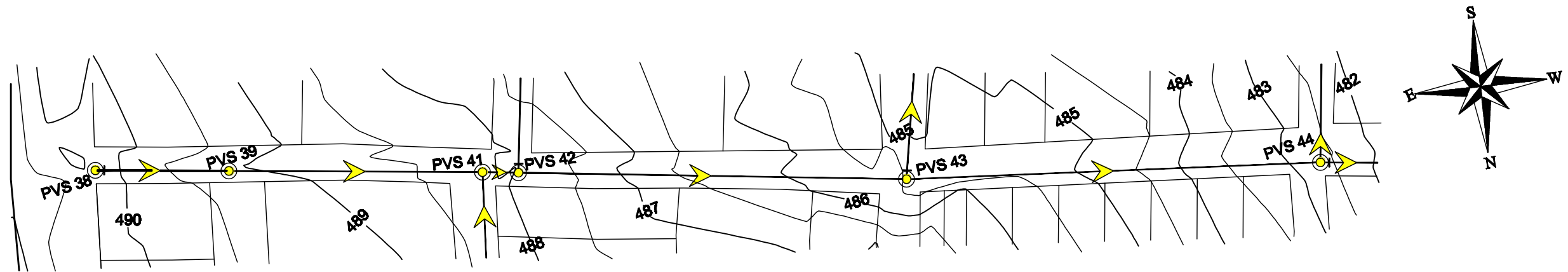
Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (9/23)

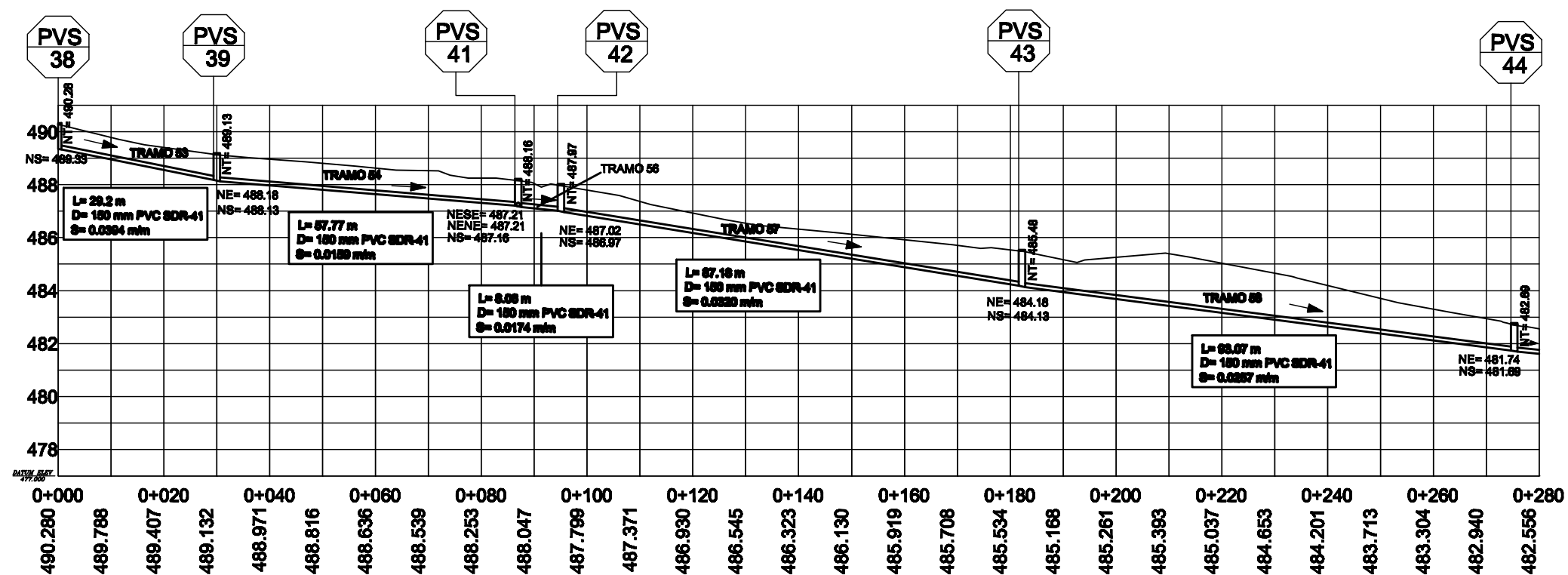
Lamina  
A3

Hoja	De
17	31





## PLANTA



## PERFIL



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical: 1:200

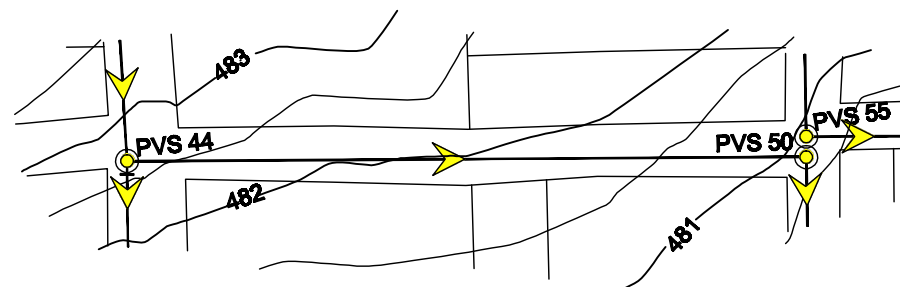
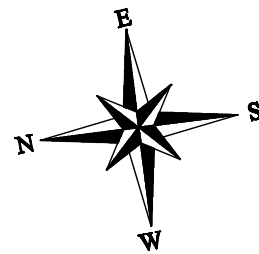
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

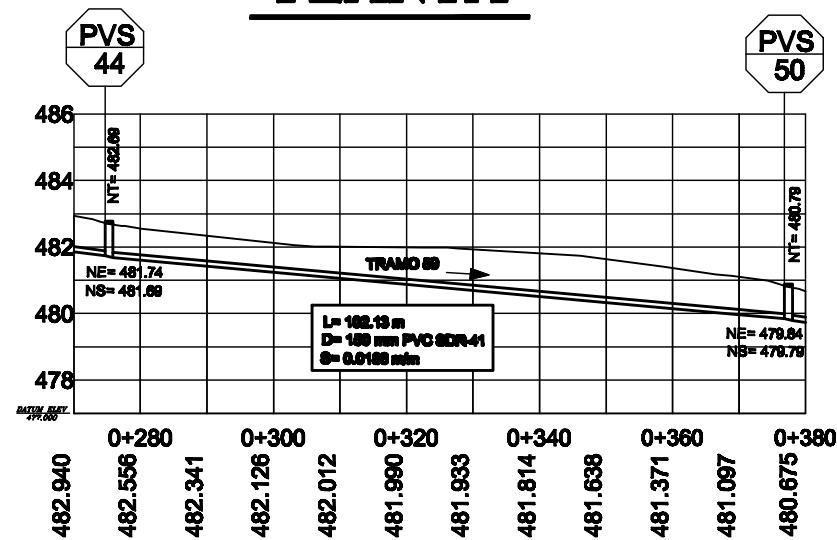
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (10/23)

Lamina  
A3

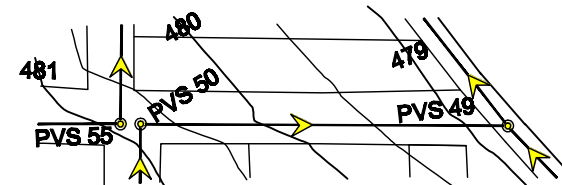
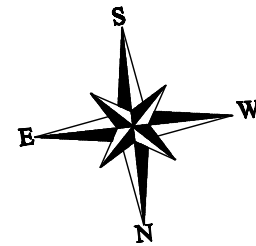
Hoja	De
18	31



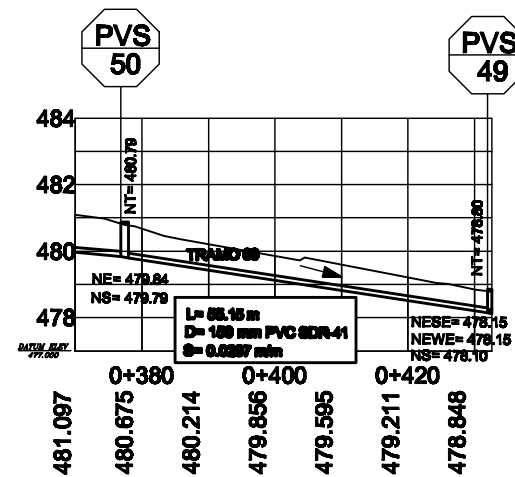
**PLANTA**



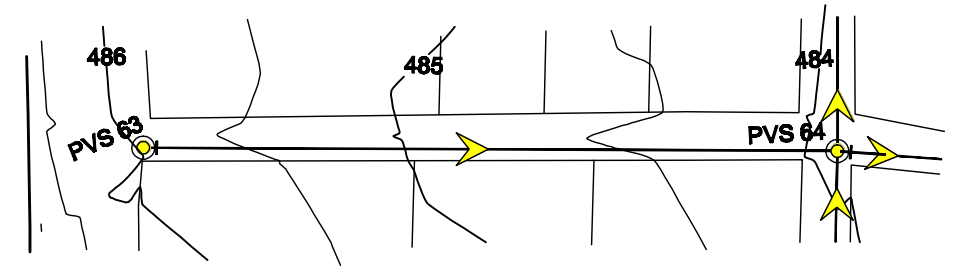
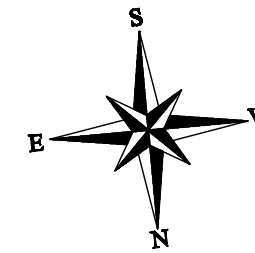
**PERFIL**



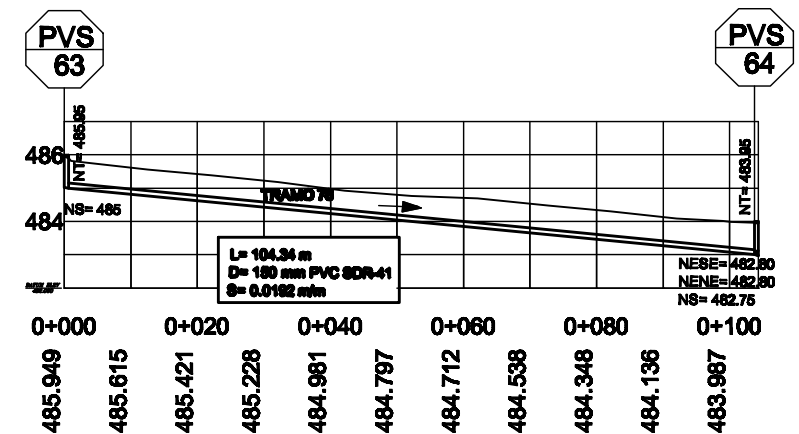
**PLANTA**



**PERFIL**



**PLANTA**



**PERFIL**



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

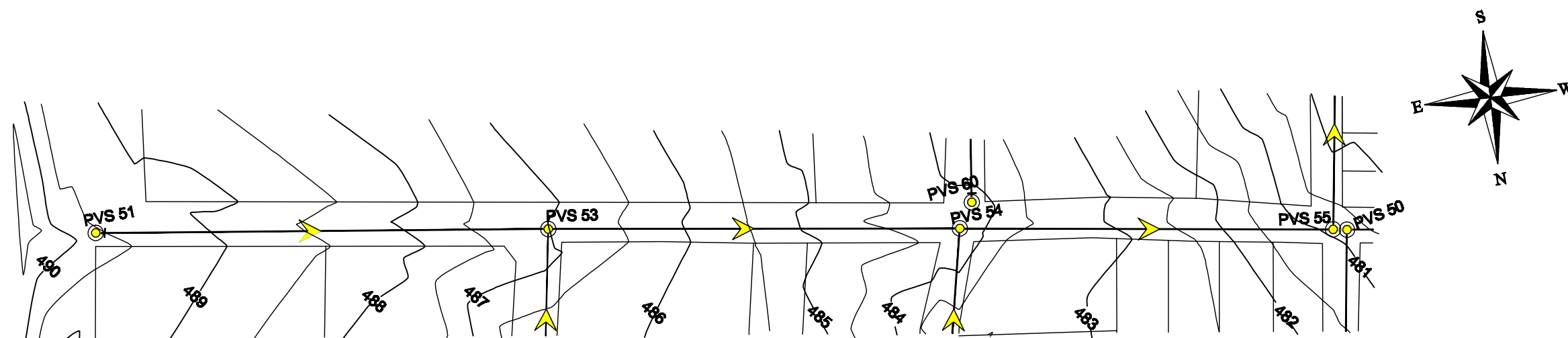
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

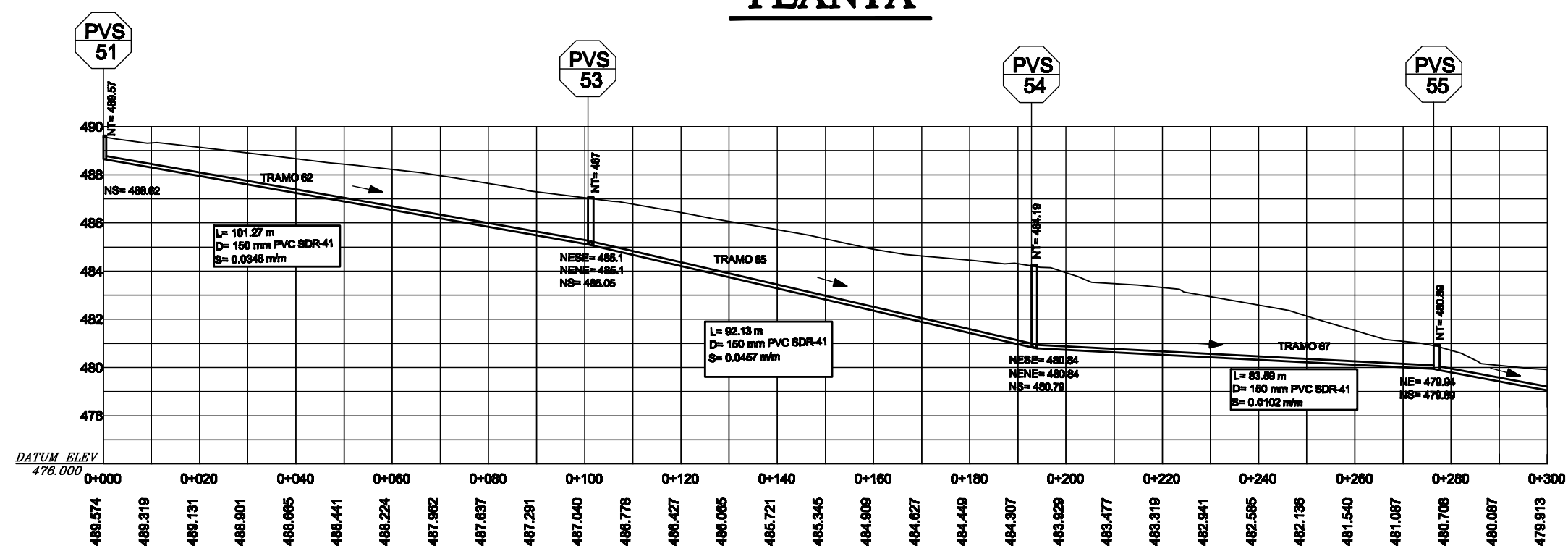
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (11/23)

Lamina  
A3

Hoja	De
19	31



## PLANTA



## PERFIL



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

Fecha: Febrero 2012

Ubicación:

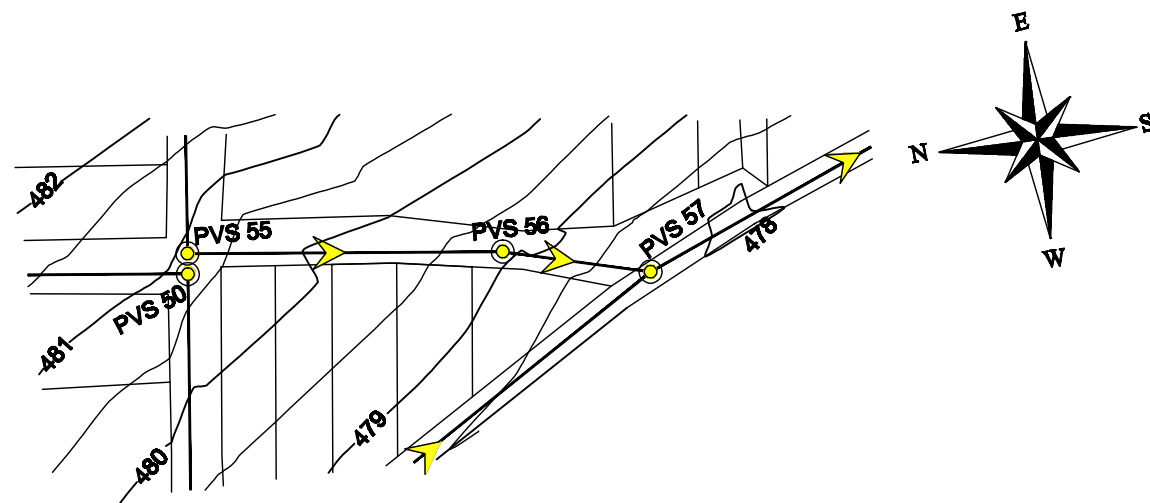
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

Contenido:

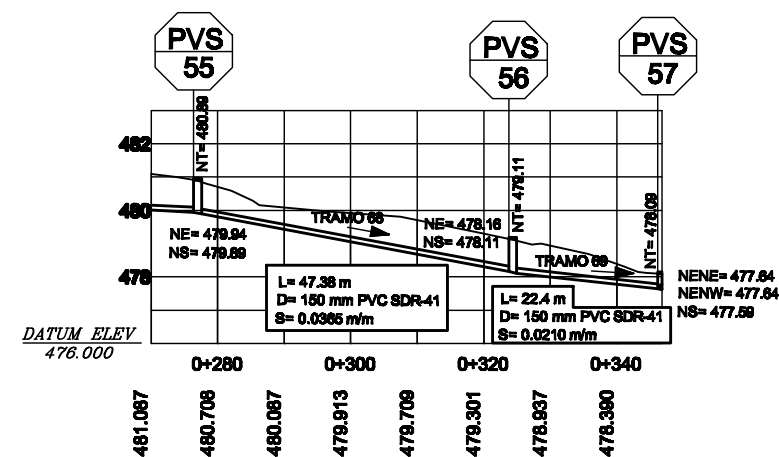
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (12/23)

Lamina  
A3

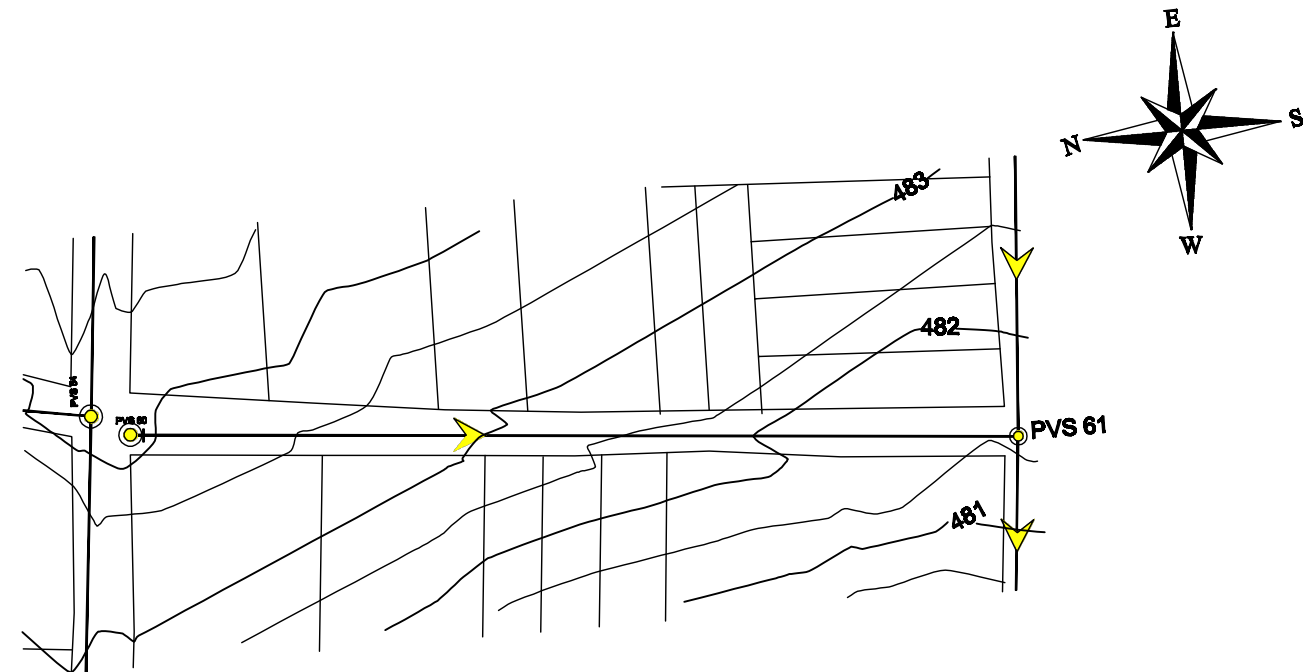
Hoja	De
20	31



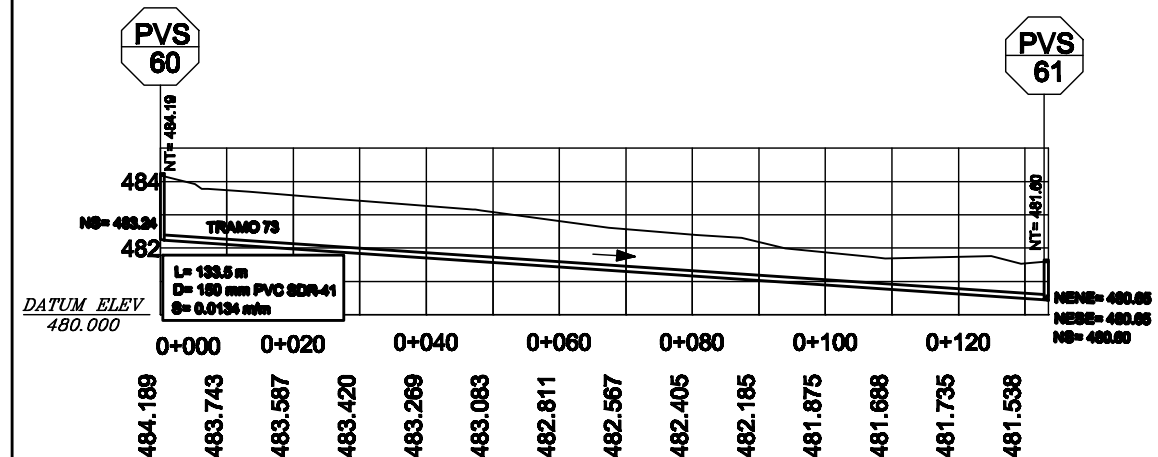
**PLANTA**



**PERFIL**



**PLANTA**



**PERFIL**



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

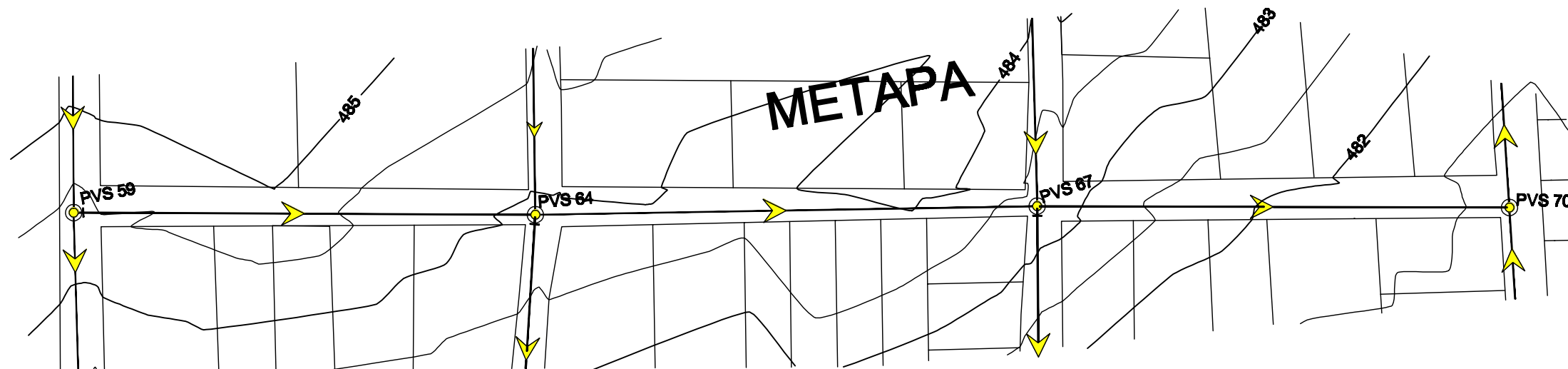
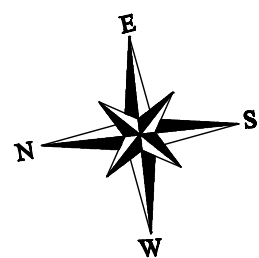
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

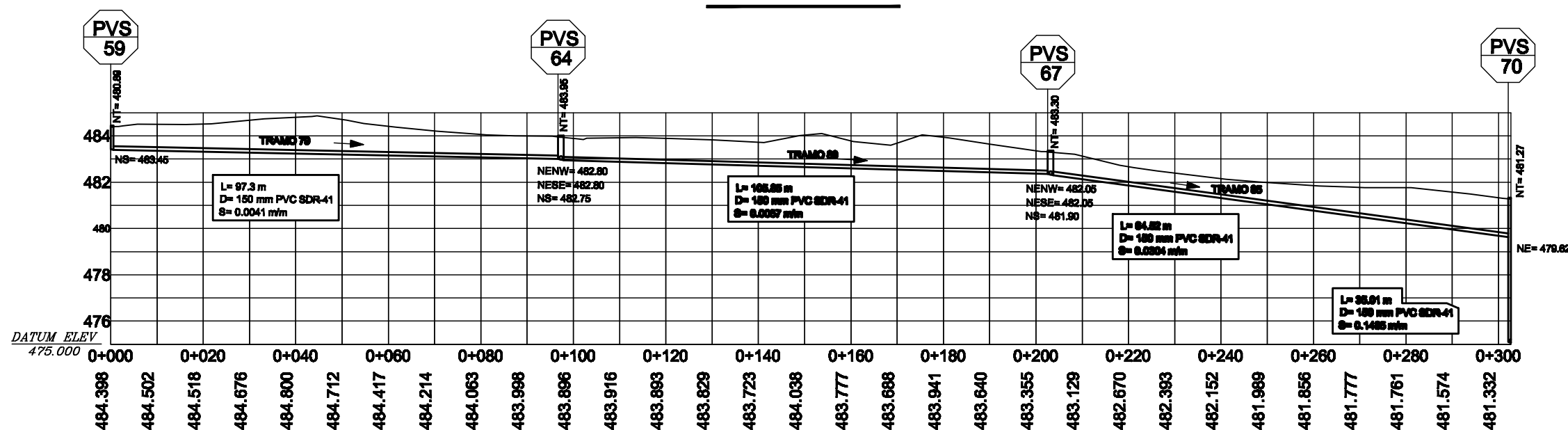
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (13/23)

Lamina  
A3

Hoja	De
21	31



## PLANTA



## PERFIL



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

Fecha: Febrero 2012

Ubicación:

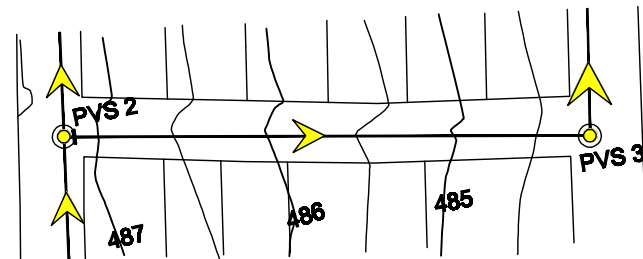
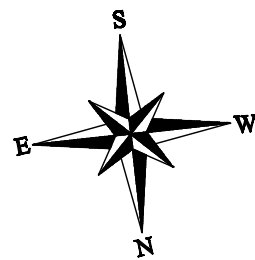
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

Contenido:

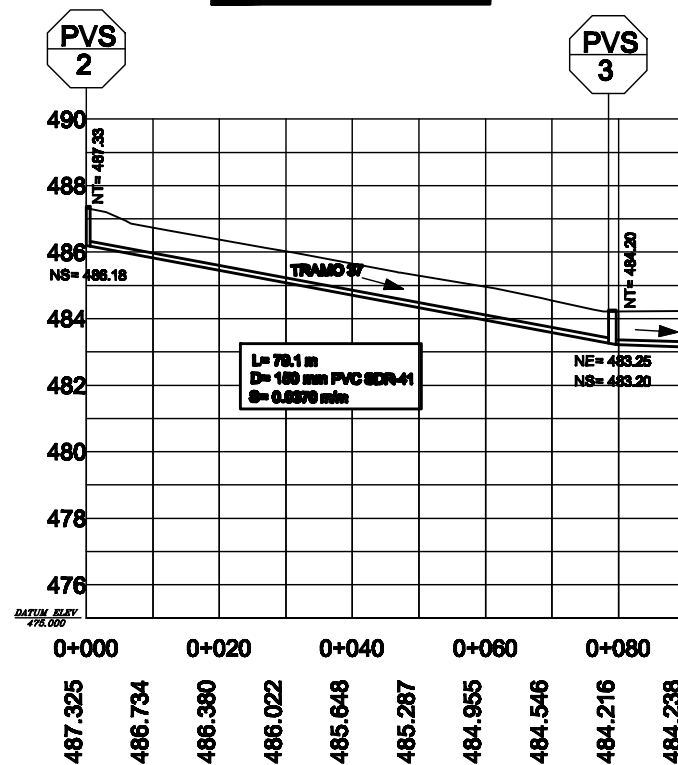
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (14/23)

Lamina  
A3

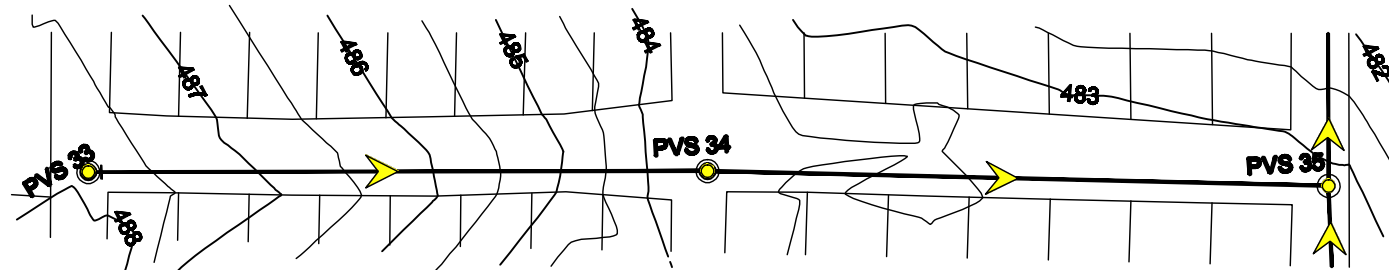
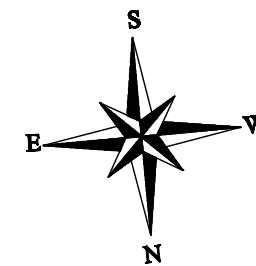
Hoja	De
22	31



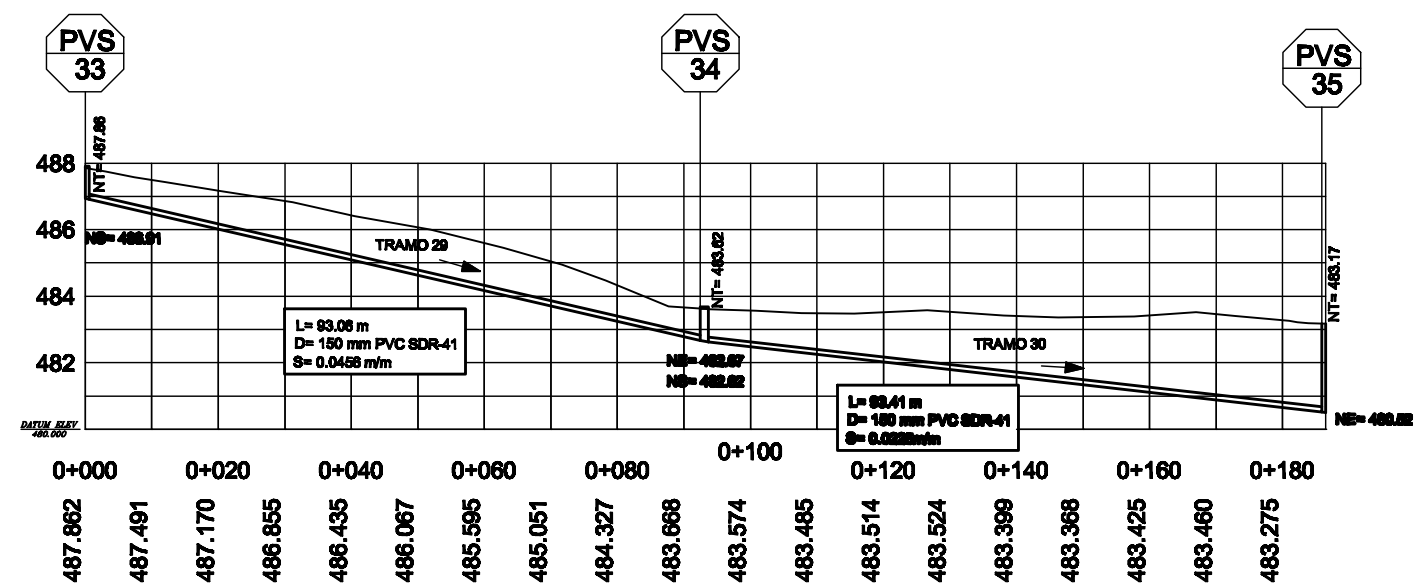
**PLANTA**



**PERFIL**



**PLANTA**



**PERFIL**



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

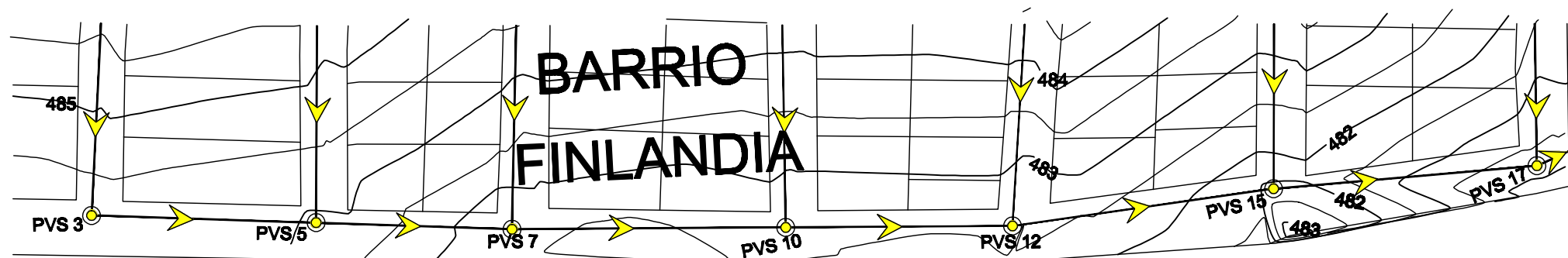
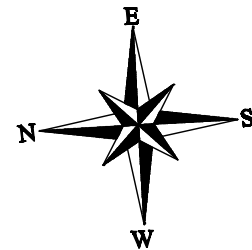
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

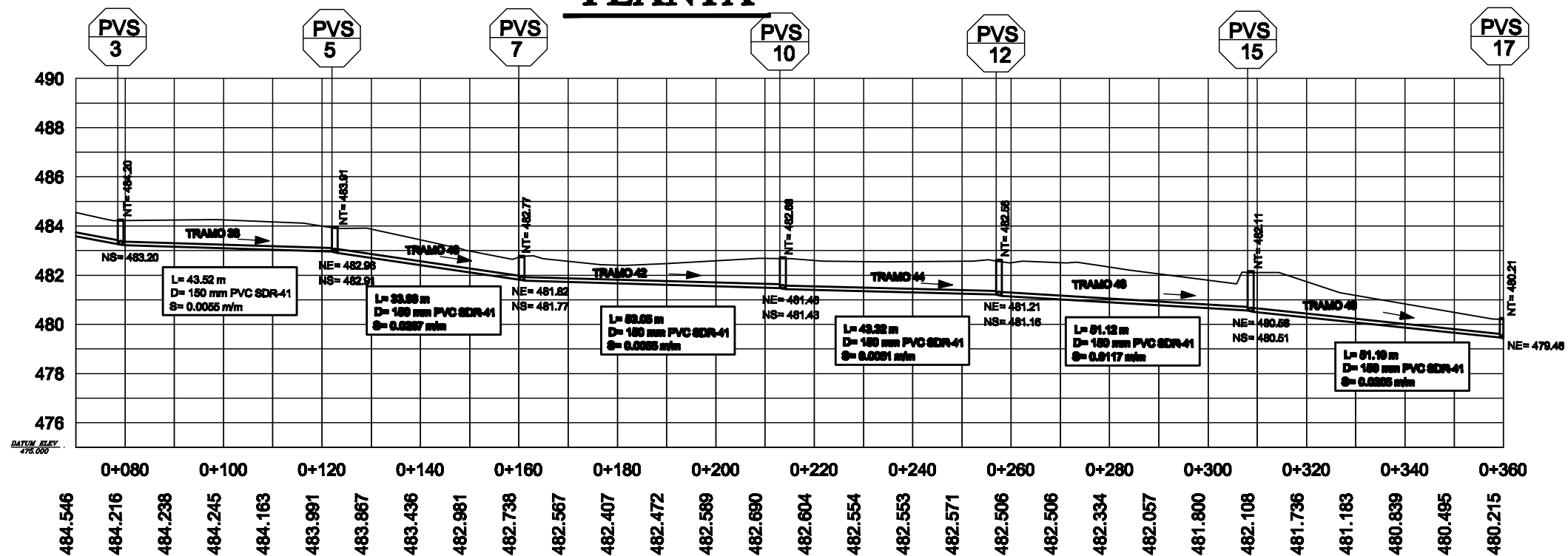
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (15/23)

Lamina  
A3

Hoja	De
23	31



## PLANTA



## PERFIL



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

Fecha: Febrero 2012

Ubicación:

Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

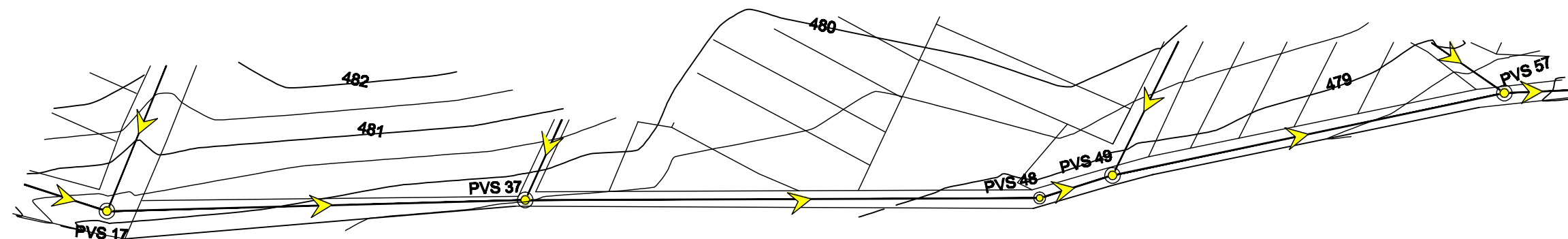
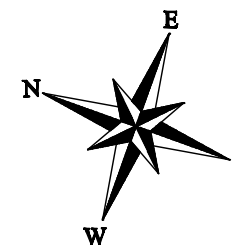
Contenido:

Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (16/23)

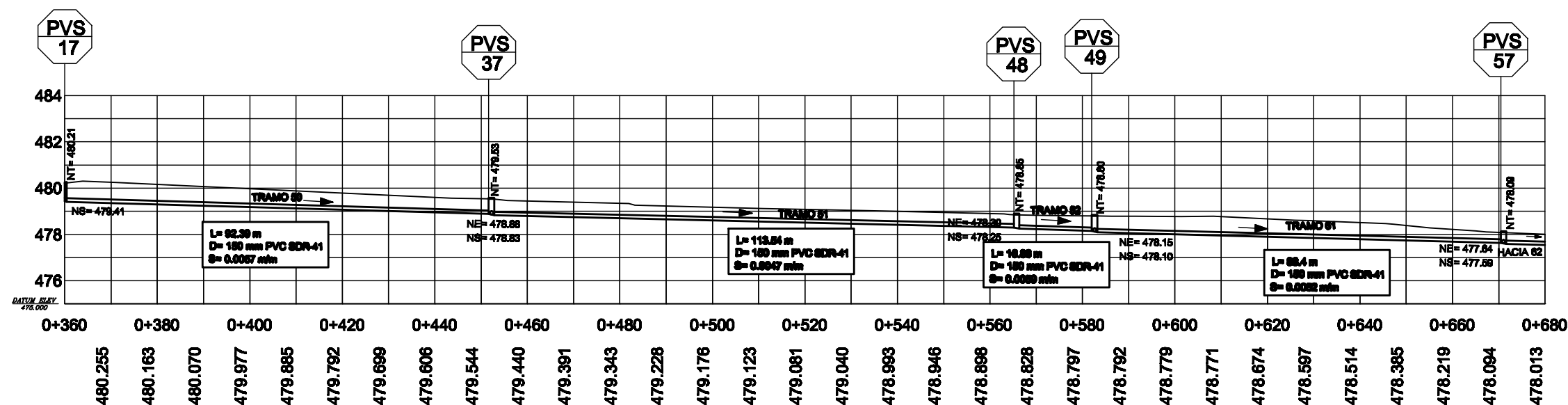
Lamina  
A3

Hoja	De
24	31





## PLANTA



## PERFIL



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

Fecha: Febrero 2012

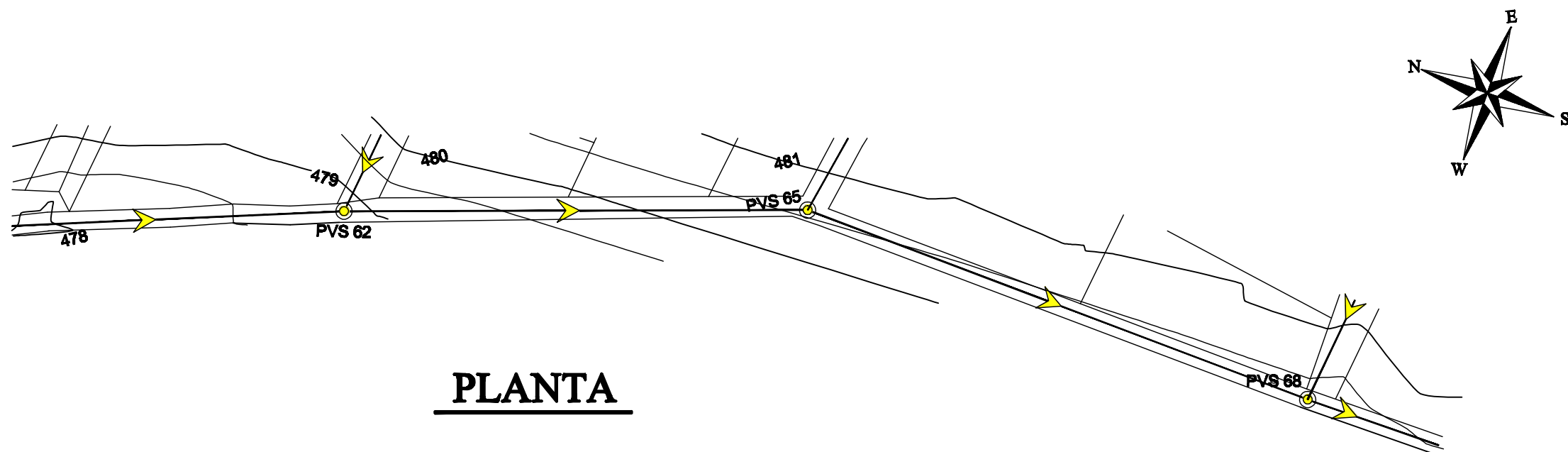
Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (17/23)

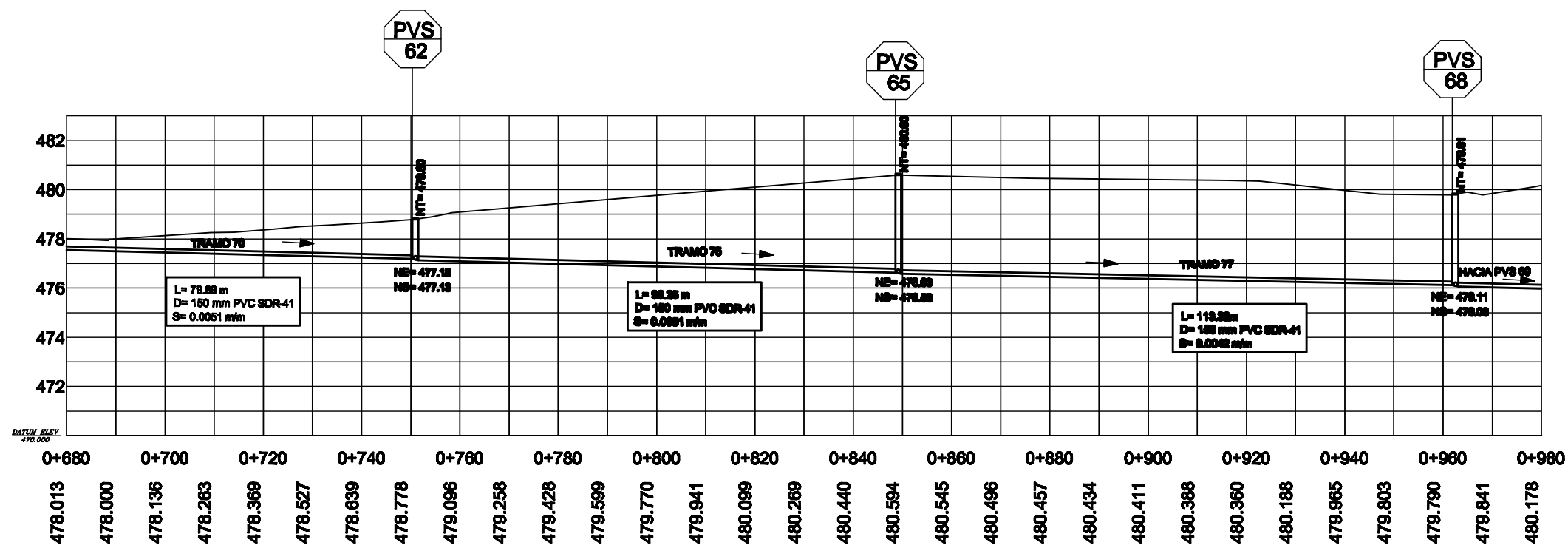
Lamina  
A3

Hoja	De
25	31





## PLANTA



## PERFIL



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical: 1:200

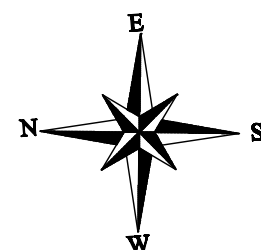
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

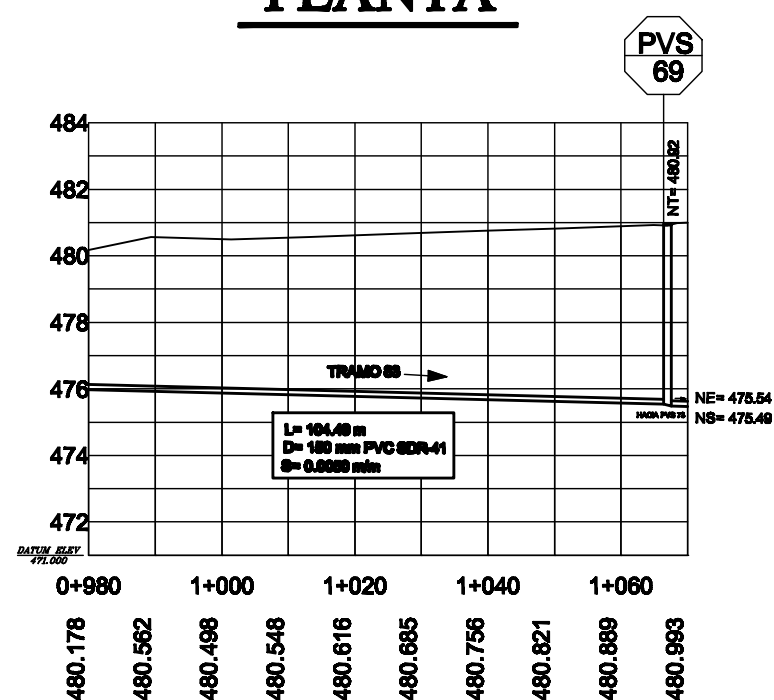
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (18/23)

Lamina  
A3

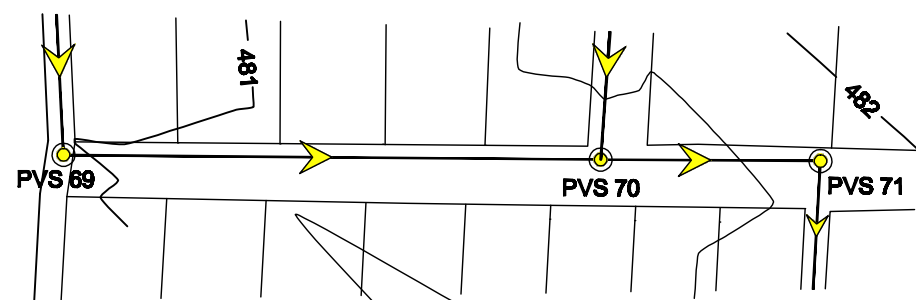
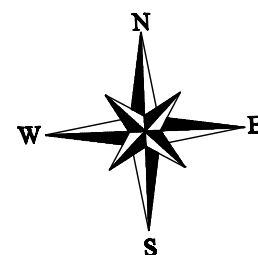
Hoja	De
26	31



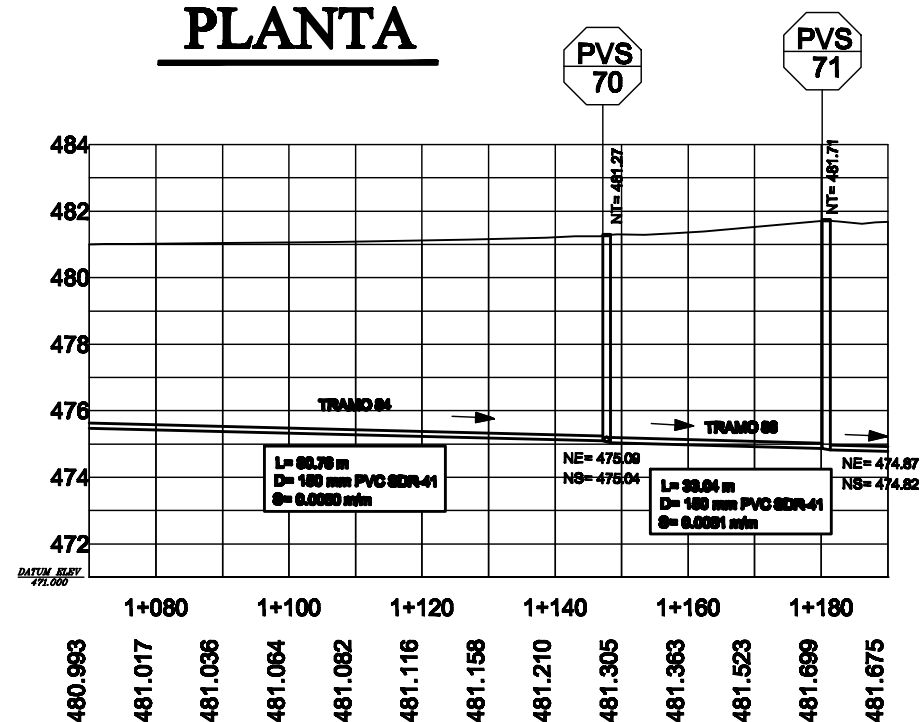
## PLANTA



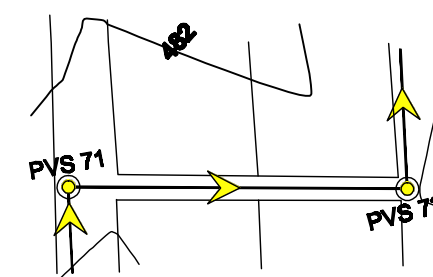
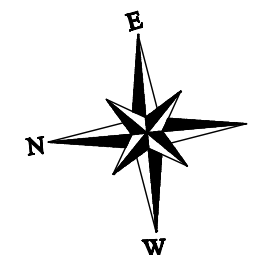
## PERFIL



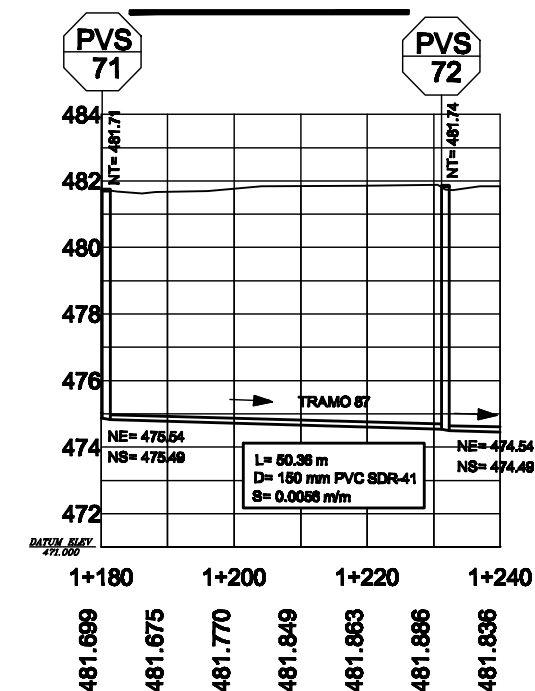
## PLANTA



## PERFIL



## PLANTA



## PERFIL



Diseño: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

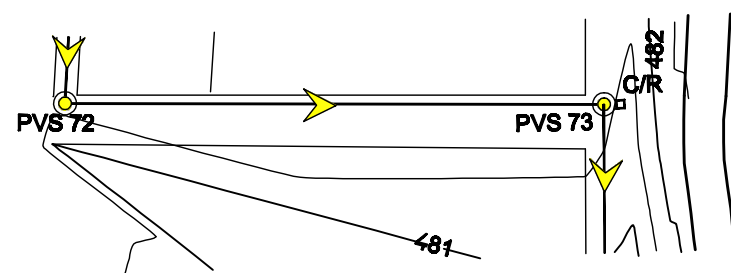
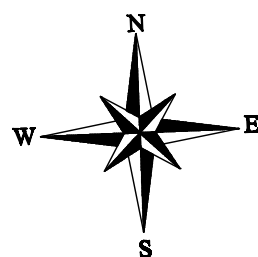
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

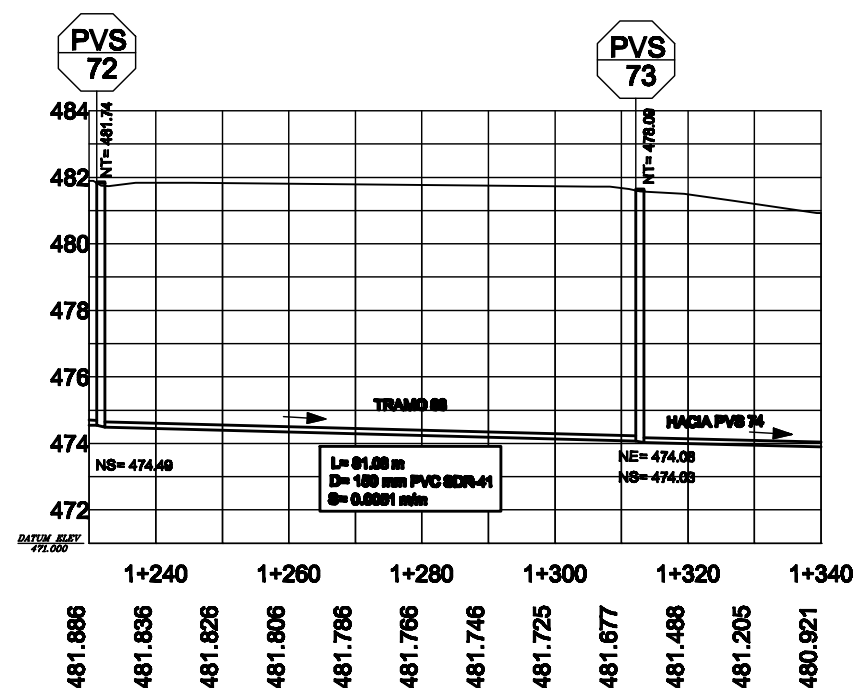
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (19/23)

Lamina  
A3

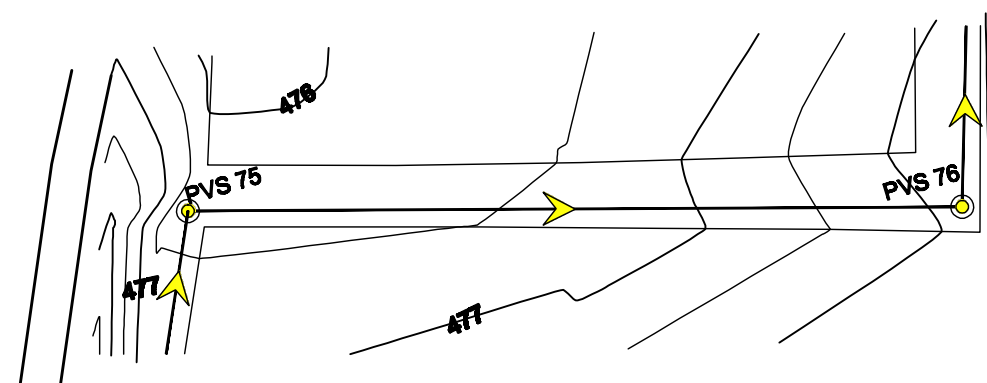
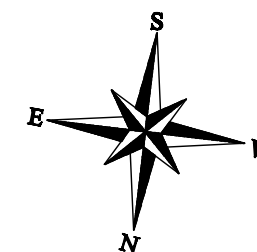
Hoja	De
27	31



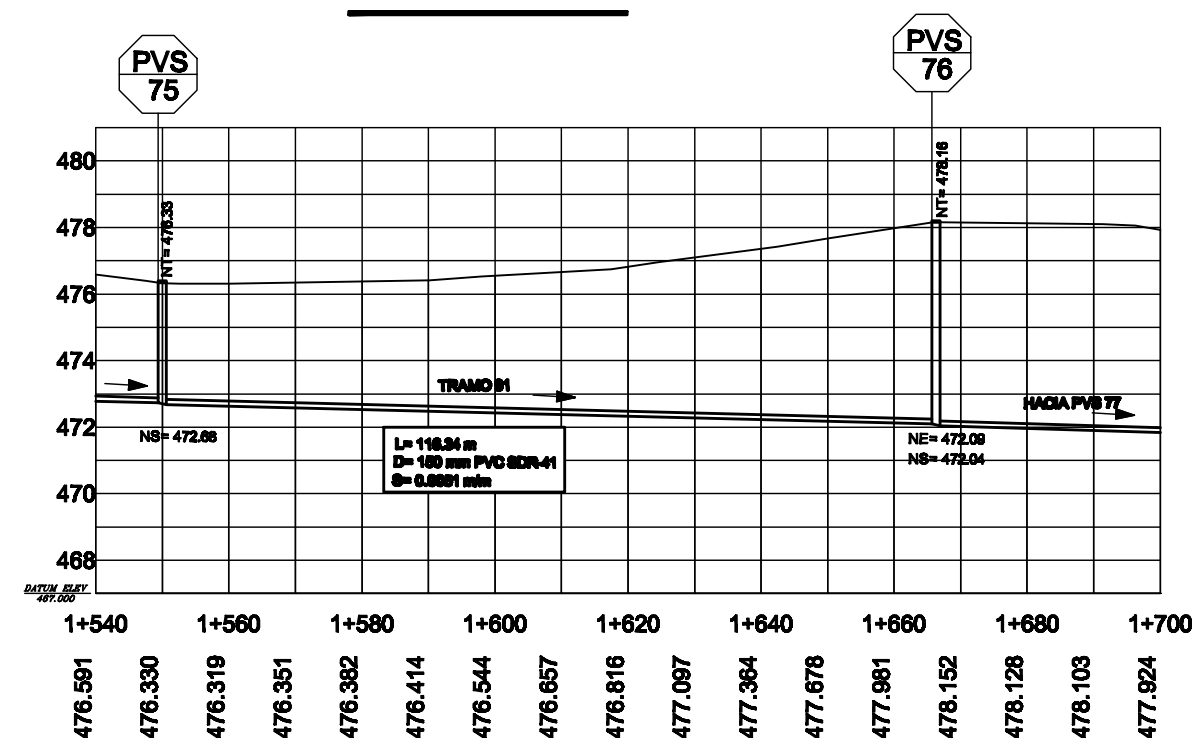
## PLANTA



## PERFIL



## PLANTA



## PERFIL



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

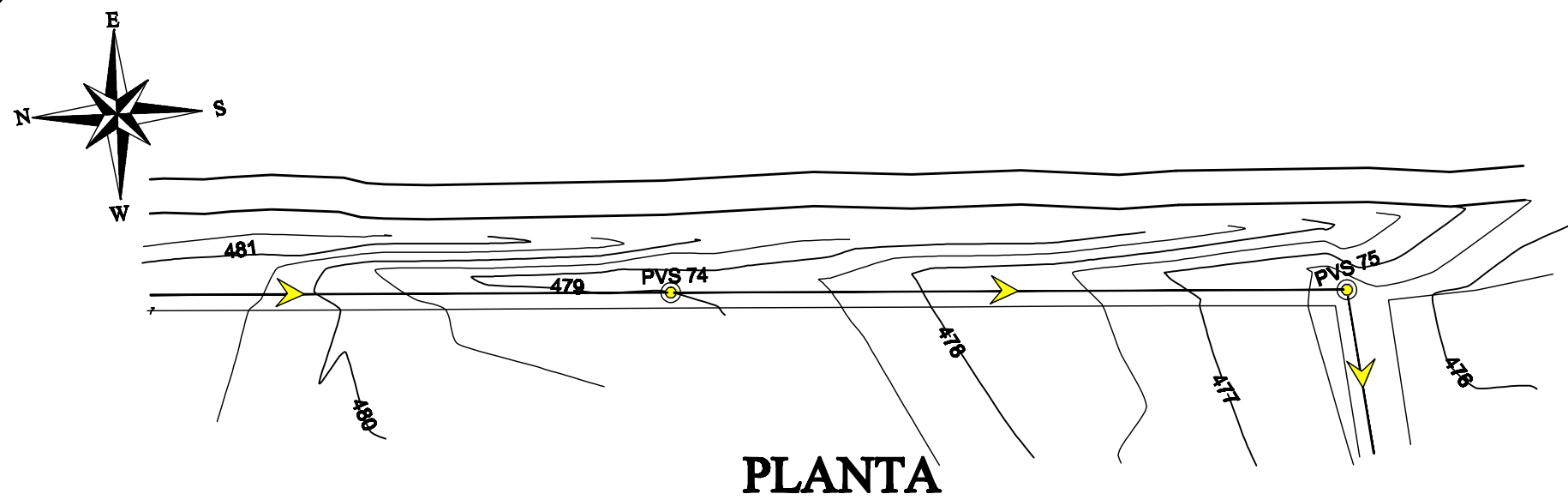
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

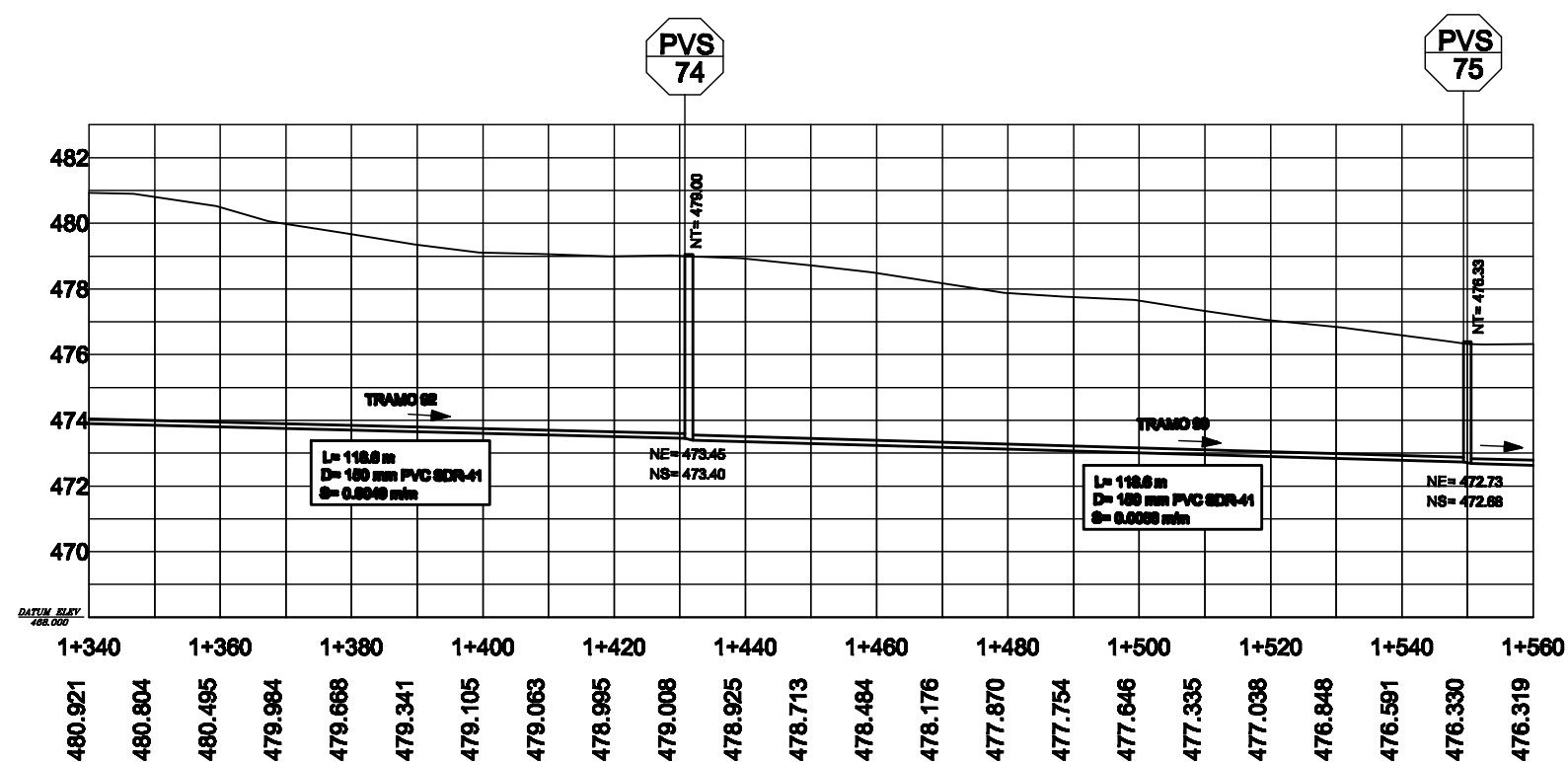
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (20/23)

Lamina  
A3

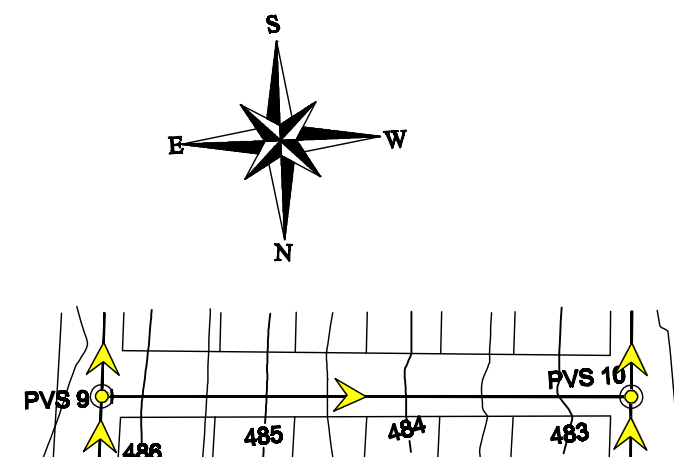
Hoja	De
28	31



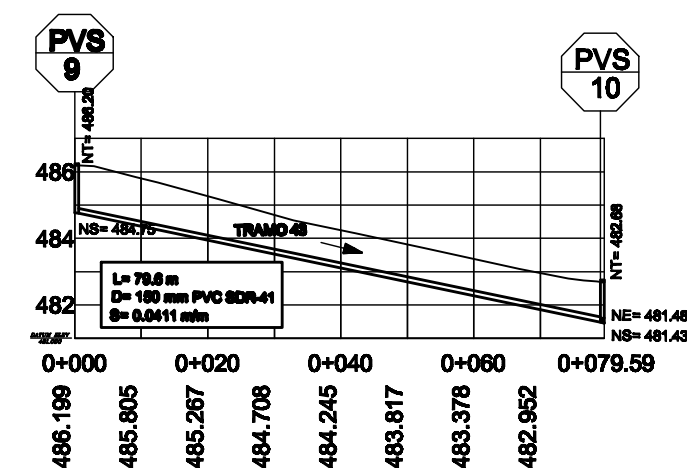
**PLANTA**



**PERFIL**



**PLANTA**



**PERFIL**



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

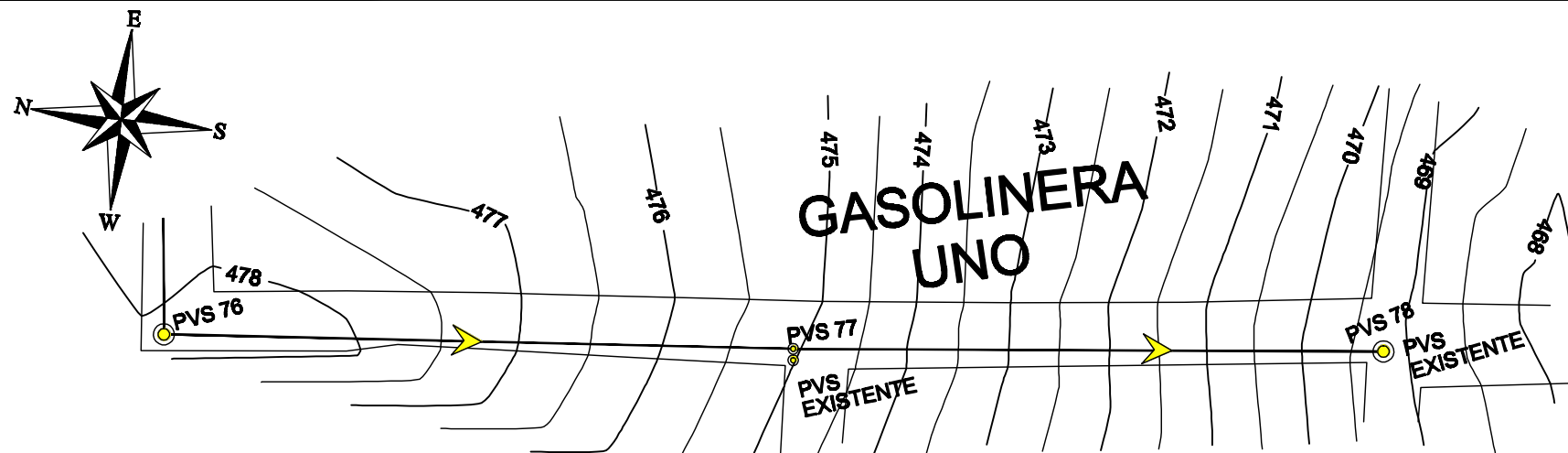
Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

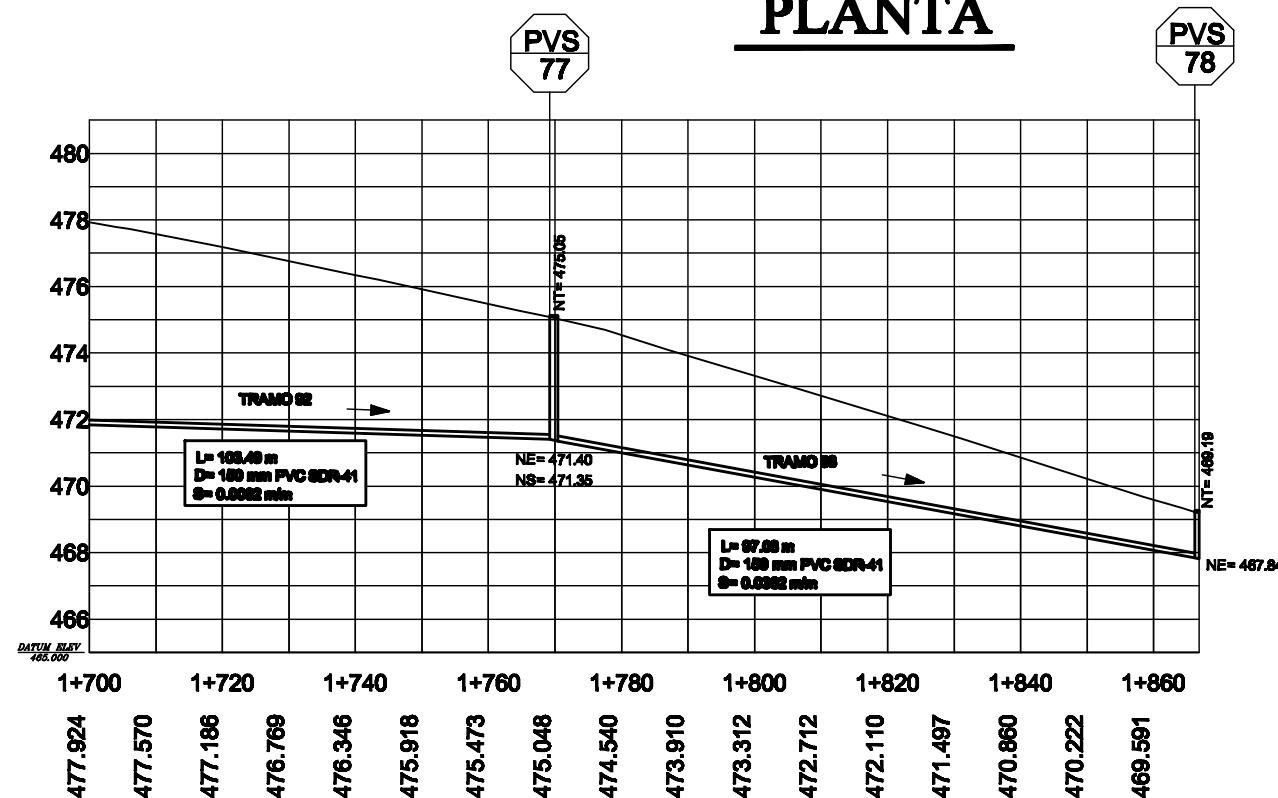
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (21/23)

Lamina  
A3

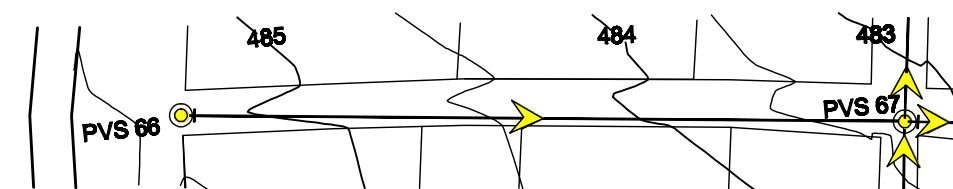
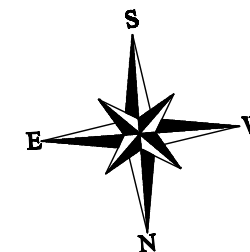
Hoja	De
29	31



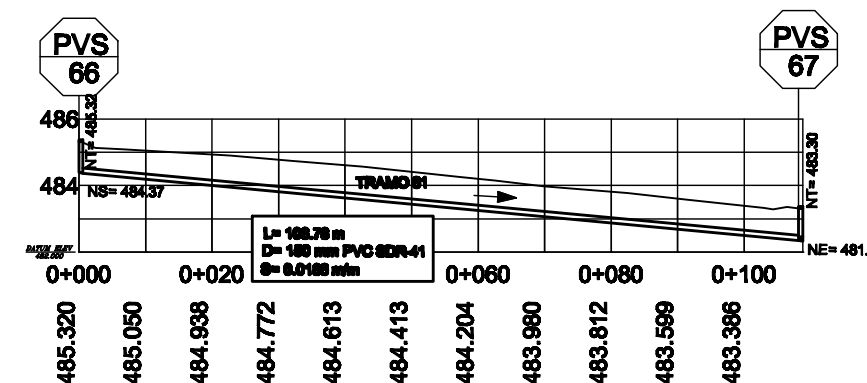
**PLANTA**



**PERFIL**



**PLANTA**



**PERFIL**



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
Ciudad Darío  
Matagalpa-Nicaragua

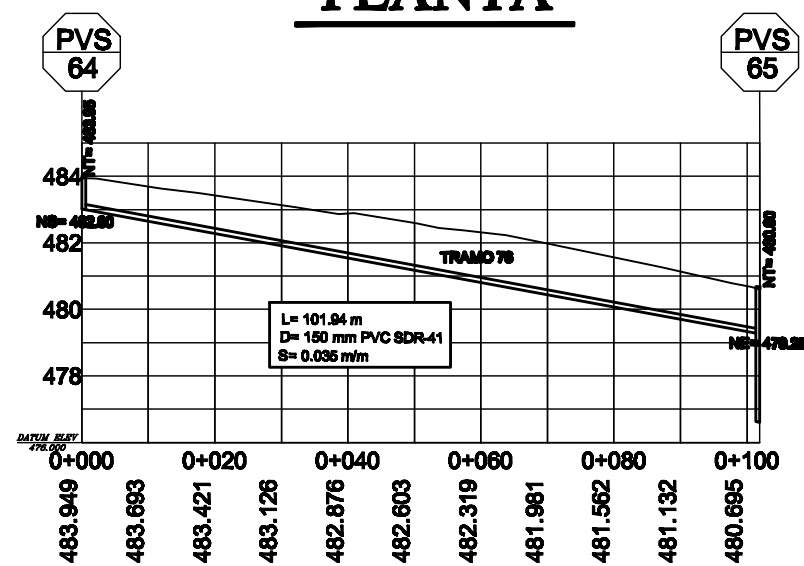
Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (22/23)

Lamina  
A3

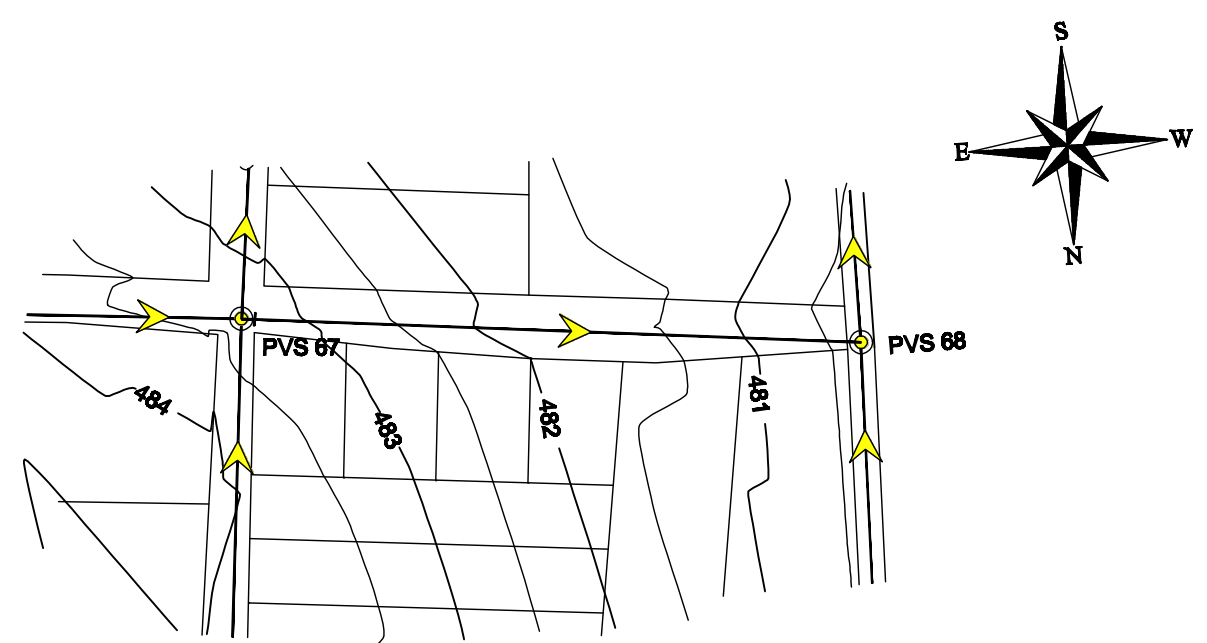
Hoja	De
30	31



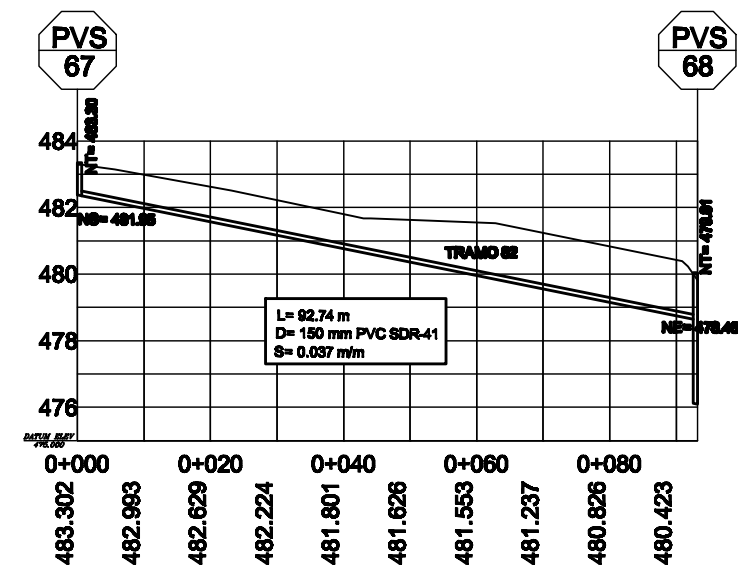
**PLANTA**



**PERFIL**



**PLANTA**



**PERFIL**



Diseñó: Br. Derling Uriel Torres M.  
Br. Oswaldo Ramón Balmaceda

Autorizó:  
Dr. Ing. Víctor Tirado P.

Escala: Horizontal: 1:1000  
Vertical 1:200

Fecha: Febrero 2012

Ubicación:  
**Ciudad Darío**  
Matagalpa-Nicaragua

Contenido:  
Planta-perfil del sistema de recolección  
y transporte de aguas residuales (23/23)

Lamina  
A3

Hoja	De
31	31